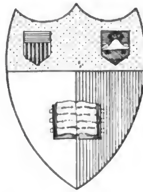
Ausfuhr in D.-Ctr.		Gehalt an Kali*) %	Ausfuhr an Kali kg	Gehalt an Phosphorsäure*) %	Ausfuhr an Phosphorsäure kg
Milch . . .	1265,28	0,179	226,48	0,233	294,43
Käse	2,90	0,66	1,91	1,92	5,56
Eier	1,50	0,16	0,24	0,35	0,52
Kuhfleisch . .	46,50	0,17	7,90	1,86	86,49
Schweinefleisch .	21,62	0,18	3,89	0,88	19,02
Hafer	0,52	0,48	0,24	0,68	0,35
Gerste . . .	55,16	0,28	15,44	0,56	30,88
Weizen . . .	107,65	0,52	55,97	0,79	85,04
Zuckerrüben . .	3183,80	0,38	1209,84	0,09	286,54
Verschleppter Pferdemist .	375,00	0,53	198,75	0,28	105,00
			1720,66 kg Kali		913,83 kg Phosphorsäure.

(Das) statische gesetz des landbaues im lichte der ...

Hermann Wagner



Das

Statische Gesetz des Landbaues

im Lichte der heutigen Düngungslehre.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer hohen philosophischen Fakultät der Universität Jena
vorgelegt von

Hermann Wagner
aus Darmstadt.

Darmstadt.
C. F. Winter'sche Buchdruckerei.
1900.

Genehmigt von der philosophischen Fakultät der Universität Jena auf Antrag des Herrn Professor Dr. H. Settegast.

Jena, den 20. Juli 1900.

(gez.) Geheimer Hofrat Professor Dr. Winkelmann,
d. Z. Dekan.

Inhalt.

Einleitung.

Unter dem statischen Gesetz des Landbaues versteht man die Forderung, daß die durch Entnahme von Ernten hervorgerufene Verminderung der Ertragsfähigkeit des Bodens durch entsprechenden Ersatz ausgeglichen wird, daß also Entnahme und Ersatz im Gleichgewicht erhalten werden sollen. Diese im Anfange des vorigen Jahrhunderts entstandene Lehre, über die in zahlreichen Abhandlungen geschrieben wurde, hat bedeutende Wandlungen durchgemacht, um sich dem jeweiligen Stande der Wissenschaft anzupassen. Gustav Drechsler hat in seinem 1869 erschienenen Buche „die Statik des Landbaues" die Entwicklung dieser Lehre eingehend besprochen, die Ansichten der einzelnen Autoren kritisiert und dann eine Reform der statischen Lehre vorgeschlagen.

Da nun in den seit Erscheinen dieser Schrift verflossenen dreißig Jahren die Düngungslehre, auf die sich die Lehre der Statik aufbaut, bedeutende Fortschritte gemacht hat, so wird es zeitgemäß sein, Kritik an der Drechslerschen Reform zu üben und die Frage zu besprechen: Wie gestaltet sich das statische Gesetz nach dem Stande der heutigen Düngungslehre?

Diese Aufgabe wurde mir in der vorliegenden Arbeit gestellt, zu der die Anregung mein hochverehrter Lehrer Herr Professor Dr. Settegast in Jena gab, dem ich meinen herzlichsten Dank hierfür ausspreche, ebenso für die zur Ausarbeitung dieser Schrift erteilten wertvollen Ratschläge.

Auch möchte ich nicht verfehlen, Herrn Gutsbesitzer Jakob Walter in Lengfeld i. O. und Herrn Landwirt Jakob Keller in Ernsthofen i. O. zu danken für die mir in liebenswürdigster Weise über ihren Gutsbetrieb erteilten Auskünfte.

Entwicklung der statischen Lehre und Reform derselben durch Drechsler.

Der Begründer der statischen Lehre ist Albrecht Thaer und die Grundlage seiner statischen Lehre ist die Theorie, daß der Humus die Nahrung der Pflanze ist. Thaers Theorie*) ist die folgende:

„Der Boden enthält eine gewisse Quantität nahrungsfähiger Materie. Die Pflanzen nehmen dieselbe in sich auf, erschöpfen ihn, und ihre erschöpfende Kraft steht daher im Verhältnis zu der in ihnen enthaltenen Menge dieser Materie. Bei den Getreidearten ist die nahrungsfähige Materie hauptsächlich in den Körnern enthalten. Setzt man dieselbe in einem Scheffel Roggen = 10, so enthält:

1 Scheffel Weizen davon 13,
1 „ Gerste „ 7,
1 „ Hafer „ 5.“

Diese Lehre wurde in ihren Grundzügen die herrschende. Man suchte Zahlenausdrücke zu finden für den Grad, in welchem der Boden durch die einzelnen Pflanzen erschöpft wird, und für den Ersatz, den man durch Stalldünger, Brache und Weide giebt. Die Pflanzen teilte man in stark angreifende, minder angreifende, schonende und bereichernde und berechnete für dieselben Krafteinheiten. Man suchte den Ertrag für das kommende Jahr zu ermitteln. Ebenso veranschlagte man den gegebenen Ersatz nach Krafteinheiten und war dann bestrebt, Entnahme und Bedarf in Einklang zu bringen. Auf diese Weise gelangte man zu immer komplizierteren mathematischen Formeln, mit deren Hilfe jedes Betriebssystem auf seinen Beharrungspunkt zu prüfen und der Ertrag des kommenden Jahres im Voraus zu berechnen sein sollte. Hierbei verfolgte man im wesentlichen den Grundsatz, der von Hlubeck in folgendem Satz ausgesprochen wurde:

*) Dr. Gustav Drechsler: Die Statik des Landbaues, Geschichte, Kritik und Reform. Göttingen, 1869, S. 2.

„Durch den Ersatz des Kohlen- und Stickstoffes, welchen die Ernte enthält, ist der entzogene Reichtum völlig ersetzt."

Hier wollen wir noch die Namen H. v. Thünen, v. Wulffen, Koppe, Burger und Block nennen, die alle, teils sehr eingehend, sich mit der Lehre der Statik beschäftigten und dieselbe zu vervollkommnen suchten. Auf die Arbeiten dieser Schriftsteller näher einzugehen, würde uns zu weit führen.

Der Lehre Thaers und Hlubecks trat Sprengel in seinem Werke: „Die Lehre vom Dünger" entgegen, das im Jahre 1839 erschien. „Die Pflanzen", sagte er, „bestehen aus 15 elementaren Stoffen. Sie bilden aus den anorganischen Stoffen, die sie aus Boden und Luft nehmen, ihren organischen Körper. Fehlt ein Stoff, der zur chemischen Konstitution der Pflanze gehört, im Boden oder im Dünger, so ist es ihr unmöglich zu wachsen. Der Humus an sich ernährt die Pflanze nicht. Er dient dazu, die Bildung von humussauren Salzen zu ermöglichen, die den Pflanzen hauptsächlich durch ihre Basis nützen, und er liefert ihnen eine große Menge Kohlenstoff. Dem Boden also müssen diejenigen Nährstoffe durch den Dünger gegeben werden, welche er nicht oder in zu geringer Menge besitzt."

Diese Sätze wären wohl geeignet gewesen, die bisherige Lehre der Statik zu reformieren. Doch Sprengels Schrift machte nur wenig Eindruck auf die Statiker jener Zeit.

Ebenso ging es anfangs Liebig mit seinem ein Jahr später erschienenen Werke*): „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie".

Liebig zeigte die Einseitigkeit der Humustheorie, und gestützt auf die Resultate eigener und fremder Forschung wies er das Vorhandensein der Mineralstoffe in den Pflanzen nach und den Zusammenhang der Pflanzenasche mit den mineralischen Bestandteilen des Bodens. Liebig bestritt zwar nicht die Notwendigkeit des Stickstoffs und Kohlenstoffs für die Ernährung der Pflanzen, aber er hielt eine besondere Zufuhr von diesen beiden

*) Braunschweig 1840.

Stoffen für nicht nötig, da er meinte, daß dieselben im Stallmist, beziehungsweise im Humus und in der Luft in ausreichendem Maße den Pflanzen zur Verfügung ständen. Er schrieb dem Stickstoffdünger eine bodenerschöpfende Wirkung zu. Der Hauptpunkt in der Liebigschen Lehre war das Gesetz von der Gleichwertigkeit aller Pflanzennährstoffe, auf Grund dessen eine Entwicklung der Pflanzen unmöglich ist, wenn ein einziger der Nährstoffe fehlt. Alle Pflanzen, so lehrt Liebig, bedürfen der gleichen Nährstoffe, wenn auch in ungleichen Mengen. Die Mineralstoffe entnehmen die Pflanzen dem Boden, der hierdurch immer ärmer an diesen wird. Durch keine Pflanze kann man dem Boden Nährstoffe zuführen, außer diejenigen, welche die Pflanze aus der Luft nimmt. Um den Boden nicht vollständig der nur in beschränktem Maße vorhandenen Nährstoffe zu berauben, muß ein vollständiger Ersatz derselben stattfinden, da ein Raubbau mit der Zeit zu schlechten Erträgen führt. Durch Stallmistdüngung sucht man die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten, aber dies geschieht nur in unzureichendem Maße, da ein großer Teil der Pflanzennährstoffe in Form von Körnern und tierischen Produkten ausgeführt wird und hierfür muß Ersatz geschaffen werden. Die Düngemittel, wie Guano, Salpeter, üben zwar eine direkte Düngewirkung aus, aber sie bewirken auch eine schnelle Zersetzung und Auflösung der Bodennährstoffe. Die Ernte wird durch sie gesteigert, dagegen nimmt desto schneller die Bodenfruchtbarkeit ab. Der stetig fortschreitenden Verarmung des Bodens an Mineralstoffen kann auch nicht durch Verwitterung, die durch mechanische und chemische Hilfsmittel unterstützt wird, abgeholfen werden. Es muß vielmehr ein vollständiger Ersatz gegeben werden durch Mineraldünger und insbesondere sind es Phosphorsäure, Natron, Kali und Kalk, auf die in erster Linie Rücksicht zu nehmen ist. Wird kein Ersatz an Mineralstoffen geleistet, so treibt der Landwirt Raubbau, und Raubbau führt stets dazu, daß die Ernte durch Verarmung des Bodens geringer wird. Liebig nennt die reine Stallmistwirtschaft Raubwirtschaft und weist nach, daß viele Felder nur durch Beraubung des Untergrundes und der Wiesen ihre

Ertragsfähigkeit beibehalten können. Er fordert daher unbedingten Ersatz aller Mineralstoffe aus anderen Quellen.

Liebig war auch Gegner des Fruchtwechsels, wenigstens in der Form, wie er damals vielfach getrieben wurde. Man dachte nicht an einen Ersatz der durch stärkeren Blattfruchtbau gesteigerten Entnahme von Mineralstoffen und verwandelte außerdem oft ausgedehnte Flächen von Wiesen und Weiden in Ackerland, da der vermehrte Blattfruchtbau genügend Futter zur Ernährung des Viehes lieferte und somit die Wiesen entbehrlich machte. Dies hatte zur Folge, daß die Wiesen nicht mehr wie früher für das Feld eine Nährstoffquelle bildeten, und wenn auch der Fruchtwechsel anfänglich höhere Erträge erzielte, so folgte bald nach seiner Einführung, bewirkt durch den gesteigerten und nicht befriedigten Nährstoffbedarf, eine Ertragsverminderung. Mit Recht nennt Liebig einen auf solche Weise betriebenen Fruchtwechsel Raubbau; er zeigt uns aber auch zugleich, daß bei der Fruchtwechselwirtschaft durch genügenden Ersatz aller Pflanzennährstoffe gleichbleibend hohe Erträge erreicht werden können, ohne die Fruchtbarkeit des Bodens zu vermindern.

Liebigs Werk machte großes Aufsehen und rief eine lebhafte Diskussion hervor, beeinflußte aber die Anschauungen der Statiker nur wenig. Unter Berücksichtigung der Lehre Liebigs konnte der Reichtum des Bodens zwar nicht mehr durch einfache Zahlenwerte ausgedrückt werden, um aber trotzdem die frühere Rechnungsmethode beibehalten zu können, faßte man die Erschöpfung und den Reichtum des Bodens nicht mehr als etwas Absolutes auf, sondern verstand darunter den Einfluß, den eine Frucht auf den Ertrag der darauffolgenden ausübt. Die Statik entzog sich vollkommen dem Einflusse der naturwissenschaftlichen Lehren. Man benutzte nur noch die Beobachtung der Höhe der Erträge unter bestimmten Verhältnissen als Material für statische Berechnungen.

Erst von dem Erscheinen der siebenten Auflage des Liebigschen Werkes im Jahre 1862 datiert eine neue Epoche der Statik. Die Frage über Erschöpfung und Ersatz auf Grund der Liebigschen Lehre wird in weiten Kreisen der praktischen Landwirte mit

lebhaftem Interesse besprochen. In einer Reihe von Schriften, insbesondere in Birnbaums*) „Lehrbuch der Landwirtschaft" und Schuhmachers**) „Erschöpfung und Ersatz bei dem Ackerbaue", wird die Statik auf Grund der neuen Lehre bearbeitet. Jedoch sind die Vorstellungen über die Bedeutung statischer Rechnungen, über die Beschaffung sicherer Grundlagen für die Berechnung und über die Verwendung der sich aus der Rechnung ergebenden Resultate im Betriebe des Ackerbaues sehr verschieden und unklar. Nebensächliche Einzelheiten, in die man sich verliert, bilden das Streitobjekt der Statiker und keiner unternimmt den Versuch, die Sätze der statischen Lehre auf ihre praktische Brauchbarkeit zu prüfen.

Drechslers Verdienst ist es, diesen Versuch gemacht zu haben. Die Ausführungen seiner Vorgänger unterwirft er einer eingehenden Kritik. Er vergleicht die Handlungsweise der Praxis mit dem statischen Gesetz, welches fordert, daß die Erschöpfung eines Feldes maßgebend für die Größe des Erfolges ist. Drechsler ist der Ansicht, daß nach den Erfahrungen der Praxis oft Maßnahmen zu treffen sind, die sich nicht decken mit dem statischen Gesetz. Die Statik fordert, daß derselbe Nährstoffvorrat, der zu Beginn einer Rotation vorhanden war, also vor einer Reihe von Jahren, am Schlusse der Rotation wieder hergestellt wird. Die Praxis kümmert sich jedoch nicht darum, wie der Nährstoffvorrat vor mehreren Jahren war, sondern sie fragt: wie ist derselbe jetzt und welche Ansprüche stellen die nun anzubauenden Pflanzen? Wenn nun das Gesetz der Statik befolgt und auch den Anforderungen der Praxis nachgekommen werden soll, so ist dies nur unter der Voraussetzung möglich, daß: „1. bei der Bewirtschaftung eines Feldes dauernd dieselbe Rotation eingehalten wird, und daß: 2. der Fruchtbarkeitszustand des Feldes im Anfange der Rotation in Bezug auf die folgenden Gewächse der günstigste gewesen wäre."***)

*) Frankfurt a. M., 1863.
**) Berlin, 1866.
***) Drechsler, a. a. O., S. 139.

Da aber, wie Drechsler sagt, das Vorhandensein des günstigsten Fruchtbarkeitszustandes nie bewiesen werden kann, und die Fruchtfolge oft Abänderungen unterworfen ist, so kann nach dem statischen Gesetz in der Praxis nicht gewirtschaftet werden und wird dasselbe von Drechsler auch theoretisch nicht gerechtfertigt. Weiter macht Drechsler auf den wesentlichen Unterschied aufmerksam, der zwischen dem früheren und jetzigen statischen Gesetz besteht.

Er weist nach, daß das frühere statische Gesetz den Ersatz der Erschöpfung gefordert habe, während die neue Lehre nur die Ausgleichung einer Differenz wolle, die mit der Erschöpfung nicht im direkten Zusammenhang stehe. Durch jährliche Wiedereinfuhr der in den verkauften Produkten ausgeführten Bodenbestandteile suche man das Gleichgewicht wieder herzustellen, und man frage dabei nicht, ob die Ausgleichung der Differenz auch die Garantie biete, daß die Erschöpfung ersetzt werde, oder die Garantie, daß dieselben Pflanzen mit demselben Ertrag wieder erzeugt werden können. Es sei also ein Irrtum, wenn man glaube, daß das statische Gesetz im „neuesten Gewande" gleichbedeutend sei mit dem früheren Gesetz der Wiedererzeugung. Drechsler*) macht dies durch folgenden Vergleich klar:

„Die Wirtschaft gleicht einer Kasse mit verschiedenen Fächern, den Feldern. In jedem Fache liegen verschiedene Geldstücke, die Nährstoffe. Im Laufe des Jahres nimmt man verschiedene Geldstücke, die Ernten, aus jedem Fache heraus. Am Ende des Jahres werden die Geldstücke als Bestandteile des Düngers nicht wieder gleichmäßig in alle Fächer verteilt, in jedes soviel wie herausgenommen ist, sondern aus nicht zu beseitigenden Ursachen sehr ungleichmäßig. Wo früher ein Pfennig gelegen hat, liegt jetzt vielleicht ein Thaler und wo ein Thaler lag, liegt ein Groschen. Die Summe ist ganz dieselbe geblieben, aber die Verteilung hat sich geändert und es kann nicht mehr mit Sicherheit behauptet werden, daß es möglich ist, aus jedem Fache im nächsten Jahre dieselbe Summe herauszunehmen wie im vorigen Jahre."

*) Drechsler, a. a. O., S. 140.

Zum Schlusse seiner Kritik wendet sich Drechsler noch gegen die Berechnung der jährlich ein- und ausgeführten Nährstoffe. Er ist der Meinung, daß derartige Berechnungen nur zweckmäßig sind, wenn sie in einer längeren Reihe von Jahren durchgeführt werden, und dann auch nur unter folgenden zwei Voraussetzungen:

„Erstens, daß im nächsten Zeitraum (Rotation) wieder dieselben Gewächse mit demselben Ertrag erzeugt werden sollen wie im vergangenen.

Zweitens, daß durch eine Berechnung über die Verteilung der eingeführten Bodenbestandteile die rationelle Verwendung derselben nachgewiesen wird."

Da der Landwirt nicht immer, wie Drechsler meint, in jeder Rotation dieselben Früchte baut, so liege auch kein Grund vor, die während einer Rotation entstandene Ein- und Ausfuhr am Ende derselben ins Gleichgewicht zu bringen. Da außerdem die notwendige Ausführung einer speziellen Berechnung über die Verteilung der Düngerbestandteile auf die einzelnen Felder die summarische Berechnung über die Ein- und Ausfuhr unnötig mache, so sei eine solche Berechnung überhaupt nur von Wert, wenn es darauf ankomme, zu konstatieren, ob im Verlaufe einer längeren Reihe von Jahren der Boden einer Wirtschaft an gewissen Stoffen ärmer oder reicher sei. Sie diene nur als Beleg zur Erklärung durchschnittlich zurückgegangener oder gestiegener Erträge, sie schließe aber nicht die Forderung in sich, daß die Differenzen, welche sich zeigen, zu irgend einer Zeit ausgeglichen werden müssen.*)

Das statische Gesetz in seinem neuesten Gewande erklärt Drechsler daher für eine bedeutungslose Phrase.

Nun versucht Drechsler die Begründung einer Reform. Die Forderung des statischen Gesetzes, die Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen Erschöpfung und Ersatz als Regulativ für die Einrichtung der Düngung kann, wie Drechsler ausführt, weder

---

*) Drechsler, a. a. O., S. 144.

durch die Handlungsweise der Praxis noch auch durch die Resultate der wissenschaftlichen Forschung begründet werden. Den Namen „Statik“ will er daher aus der Landbauwissenschaft verschwunden sehen und in seiner Reform der Statik will er den Versuch machen, an Stelle der statischen Lehre eine „Berechnung zum Zwecke einer rationellen Verteilung des Düngers“ zu setzen. Dieser Berechnung legt Drechsler die folgenden Sätze,*) welche er als Fundamentalgesetze der Düngung bezeichnet, zu Grunde.

„1. Allgemeines Gesetz der Pflanzenerzeugung. Jede Kulturpflanze fordert, wenn sie sich möglichst vollkommen ausbilden soll, einen größeren Vorrat von assimilierbaren Nährstoffen im Boden, als sie während der Dauer ihres Wachstums dem Boden entzieht. Die Menge erzeugter Pflanzensubstanz, der Ertrag, steht im Verhältnis zur Quantität desjenigen Nährstoffes, von welchem sich die relativ geringste Menge der Pflanzen zur Aufnahme darbietet.

2. Gesetz der Wiedererzeugung. Ein Feld vermag dieselbe Pflanze mit demselben Ertrag nur dann wieder zu erzeugen, wenn ihm die Bestandteile, welche jene Pflanze dem Boden entzog, wieder zugeführt werden, soweit sie das Feld in geringerer Menge enthält, als die Pflanze zur Erzeugung jenes Ertrages bedarf.

3. Gesetz des Ersatzes. Von den aus einer Wirtschaft in den verkauften Produkten ausgeführten Bodenbestandteilen sind diejenigen wieder einzuführen, welche der Boden der Wirtschaft nicht im Überschuß oder in angemessener Verteilung besitzt, und zwar in der nach dem Gesetze der Düngung zu ermittelnden Menge.

4. Gesetz der Düngung. Mit jeder Düngung ist der im Boden vorhandene Vorrat von assimilierbaren Nährstoffen so weit zu komplettieren, daß nach der Düngung von jedem einzelnen Nährstoff diejenige Menge den Pflanzen zur Disposition steht, welche erforderlich ist, um von den bis zur nächsten Düng-

*) Drechsler, S. 148.

ung zu kultivierenden Gewächsen normale Ernten erzielen zu können."

Um die erforderliche Nährstoffzufuhr in einer Düngung zu berechnen, ist, wie Drechsler anführt, zunächst der Nährstoffgehalt derjenigen Gewächse zu ermitteln, welche bis zur nächsten Düngung kultiviert werden sollen, der Nährstoffgehalt dieser Gewächse unter der Voraussetzung normaler Erträge. Sodann ist in Abzug zu bringen die Menge einzelner Nährstoffe, welche im Boden oder in der Atmosphäre zur Disposition steht, und von denjenigen Nährstoffen, an denen der Boden Mangel leidet, ist hinzuzufügen diejenige Menge, welche noch erforderlich ist, um von diesem Nährstoffe hinreichenden Vorrat im Boden zu schaffen.

Den Stickstoff schließt Drechsler von der Rechnung aus und beschränkt sich auf die drei Nährstoffe Kalk, Kali und Phosphorsäure.

An einigen Beispielen zeigt Drechsler, wie er sich die Ausführung der Berechnung denkt. Nach den Gesetzen der Düngung sind folgende Fragen zu beantworten.

Frage 1: Wieviel Kalk, Kali und Phosphorsäure entziehen die Kulturgewächse, welche wir anbauen, den verschiedenen Feldern der Wirtschaft bei normalen Ernten?

Frage 2: Wieviel von diesen Nährstoffen muß in den einzelnen Feldern für die bis zur nächsten Düngung zu kultivierenden Gewächse zur Disposition stehen?

Frage 3: Wie groß ist die Menge dieser Nährstoffe, welche in dem Boden eines jeden Feldes zur Disposition steht?

Frage 4: Wieviel Stalldünger und welche anderen Dünger müssen daher jedem Felde zugefügt werden?

Von den Beispielen, die Drechsler giebt, wollen wir das „Geröllfeld II"*) herausgreifen und prüfen, welche Antworten Drechsler auf die obigen Fragen giebt. Die erste Frage lautet also: Wieviel Kalk, Kali und Phosphorsäure entzieht eine Normalernte von Kartoffeln, Roggen, Weideklee, dem Felde?

*) Drechsler, S. 153.

Drechsler nimmt für das betreffende Feld folgende Normalerträge an:

Kartoffeln	80	Centner,
Weideklee	14	„
Roggenkörner	6,72	„
Roggenstroh	20	„ .

Auf Grund der Schuhmacher'schen Durchschnittsanalysen berechnet Drechsler, daß in diesen Normalerträgen enthalten sind:

	Kali	Kalk	Phosphorsäure
	℔	℔	℔
Roggen (Körner und Stroh)	16	8	12,
Kartoffeln (Knollen und Kraut)	43	6	13,
Weideklee	19	32	8.

Frage 2 lautet: Wieviel Kalk, Kali und Phosphorsäure müssen den Früchten: Kartoffeln, Roggen, Weideklee und Roggen, die in den Jahren 1865—1868 Feld II tragen soll, zur Verfügung stehen?

Die Antwort auf diese Frage ergiebt die folgende Berechnung:

Bedarf der einzelnen Früchte.

	Kali	Kalk	Phosphorsäure
	℔	℔	℔
1865 Kartoffeln	43	6	13,
1866 Roggen	16	8	12,
1867 Weideklee	19	32	8,
1868 Roggen	16	8	12,
Gesamtbedarf:	94	54	45.

Frage 3 lautet: Wie groß ist die Menge der Nährstoffe, die in dem Boden zur Zeit zur Verfügung steht?

Drechsler findet hierauf eine Antwort, indem er die letzte Düngung und die durch die letzten Ernten entzogenen Nährstoffe berechnet. Auf Grund dieser Berechnung schätzt er den verfügbaren Nährstoffvorrat des Bodens. Das Feld II war im Jahre 1861 gedüngt mit 120 Ctr. Mist, enthaltend:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
78	68	27.

Im Jahre 1863 wurde das Feld gedüngt mit $1^1/_2$ Ctr. gedämpftem Knochenmehl, enthaltend:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
—	48	37.

Es hat demnach erhalten:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
78	116	64.

In den Jahren 1861—1864 waren dieselben Früchte gebaut worden, wie in den Jahren 1865—1868 gebaut werden sollten.

Die Erschöpfung betrug demnach, wie oben berechnet:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
94	54	45.

Es bleibt somit von obiger Düngung ein Nährstoffrest von:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
—16	+62	+19.

Aus dieser Rechnung folgert Drechsler, daß an Kali das Feld Mangel leide, an Kalk und an Phosphorsäure in der Ackerkrume Überschuß vorhanden, der Phosphorsäurevorrat des Untergrundes dagegen zweifelhaft sei.

Die vierte und letzte Frage lautet: Wieviel Stalldünger und welche weiteren Düngemittel müssen dem Felde zugeführt werden?

Der Nährstoffbedarf der vier anzubauenden Früchte beträgt nach obiger Rechnung:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
94	54	45.

Bringt man hiervon den oben berechneten Nährstoffrest, der dem Boden aus der letzten Düngung verblieben ist und der beträgt:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
—16	+62	+19,

in Abzug, so bleibt ein Bedarf von:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
+110	—8	+26.

Drechsler giebt nun eine Düngung von 6,2 Fuder Stallmist, enthaltend:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
76	40	38.

Er bemerkt hierzu, daß die Zuführung von Kali bestimmt und die von Phosphorsäure wahrscheinlich nötig sei. Aus diesem Grunde bestimmt er, daß im Jahre 1866 zu Roggen „mit der Hord" und im Jahre 1868 zu Roggen mit Superphosphat, beziehungsweise mit 1/2 Ctr. Knochenmehl zu düngen sei.

Eine Kritik dieser Rechnung soll später folgen.

An dieser Stelle ist nur noch zu erwähnen, daß Drechsler*) im Jahre 1884 ein neues Moment in die Theorie der Düngung gebracht hat; er sagt nämlich auf Grund einer in der Praxis gemachten Erfahrung:

Wenn man auf demselben Boden Hafer neben Lupinen baut und diese beiden Früchte mit Phosphorsäure und Stickstoff düngt, so bewirkt diese Düngung bei dem Hafer in der Regel eine Ertragssteigerung; auf die Lupinen ist sie wirkungslos. Will man die Wirkung dieser Düngung auf Hafer daraus erklären, daß

---

*) Die Theorie der Düngung und die Aufgabe der Düngungsversuche von Prof. Dr. G. Drechsler im Journal für Landwirtschaft, Band XXII, Seite 308—331, Berlin, 1884.

beide Stoffe im Minimum im Boden enthalten sein müssen, so versteht man nicht, weshalb diese Düngung den Ertrag der Lupinen nicht steigert, zumal diese namentlich an Stickstoff viel mehr bedürfen als der Hafer. Den hierin liegenden Widerspruch sucht Drechsler durch die Annahme zu erklären, daß die Lupinen ihren Bedarf an Phosphorsäure nicht aus dem zugeführten Dünger, sondern größtenteils aus dem Vorrate des Bodens entnehmen, dagegen, daß der Hafer die Phosphorsäure des Düngers der Bodenphosphorsäure vorziehe.

Auf Grund dieser Annahme und aus einer Reihe von Beobachtungen der Praxis glaubte er zu dem Schlusse berechtigt zu sein:

> „daß die eine Pflanze ihren Bedarf an Phosphorsäure ausschließlich oder vorzugsweise aus dem Vorrate des Bodens, die andere ihren Bedarf vorzugsweise (oder größtenteils) aus dem Dünger deckt".

Drechsler folgert hieraus für die Einrichtung der Düngung den Satz:

> „Einer Pflanze sind im Dünger diejenigen Nährstoffe zuzuführen, welche sie fähig ist, aus dem Dünger aufzunehmen. Diejenigen aber, welche sie (infolge ihrer Eigenschaften) nicht dem Dünger entnehmen kann, sondern ausschließlich oder vorzugsweise dem Vorrat des Bodens entnimmt, sind im Dünger für diese Pflanze überflüssig."

Sind nun diese Ausführungen Drechslers richtig, so werden hierdurch die Fragen der Düngung und des Ersatzes der Pflanzennährstoffe sehr kompliziert. Hierauf soll in einem späteren Abschnitt eingegangen werden, und im folgenden Abschnitt sollen erst noch die Ansichten einiger anderer Autoren über statische Rechnungen kurz besprochen werden.

Ansichten einiger anderer Autoren über statische Rechnungen.

Heiden*) hält Drechslers Theorie nicht für richtig, er meint, daß dessen Reform, „die zweckmäßige Verteilung des Düngers", immer schon das Ziel der Statiker gewesen sei. Heiden will die Herstellung des Gleichgewichtes der ein- und ausgeführten Nährstoffe nicht jährlich, sondern am Schluß der Rotation vornehmen. Er schlägt zu diesem Zweck drei statische Rechnungsmethoden vor: „die einfache", „die vollständigere", und „die vollständige" Rechnung. Unter der „einfachen" Methode versteht er die Berechnung der eingeführten Düngemittel, Futterstoffe und des Wiesenheues einerseits, der ausgeführten Acker- und Viehprodukte andererseits. Bei der „vollständigeren" Rechnung werden, wie bei der „einfachen", in Einnahme gestellt: Futterstoffe, Düngemittel, Wiesenheu und die Ernten; in Ausgabe alle verkauften Produkte, das Saatgut und der Zuwachs im Stalle. Die Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe ergiebt die im Stallmist dem Boden zugeführte Menge von Nährstoffen.

Als erstrebenswertes Ziel stellt Heiden die „vollständige" statische Rechnung hin. Bei derselben soll keine summarische Rechnung für das ganze Gut, sondern eine auf sämtliche Nährstoffe sich erstreckende Berechnung der Ernte und der Düngung jedes Feldes ausgeführt werden, da, wie Heiden meint, nur auf solche Weise eine genaue Kenntnis der einzelnen Felder zu erlangen sei.

Irgend welche Anleitung zur Verteilung des Düngers, wie sie von Drechsler geboten wurde, bietet Heiden nicht. Die große Schwierigkeit, beziehungsweise Unmöglichkeit der Durchführung der Vorschläge, die Heiden macht, liegt auf der Hand.

---

*) Lehrbuch der Düngerlehre. III. Band: Statik des Landbaues von Dr. Ed. Heiden. Hannover, 1872.

Auch Settegast*) weicht in seinen Anschauungen von Drechsler ab. Er glaubt, daß ein vernünftiger Betrieb der Landwirtschaft die Lehre der Statik (Gleichgewicht) nicht entbehren kann, und empfiehlt summarische Berechnung für das ganze Gut, gleichmäßigen Boden und feststehende Fruchtfolge vorausgesetzt. Trifft letztere Voraussetzung nicht zu, so verlangt er getrennte Rechnung der einzelnen Fruchtfolgen und Bodenarten.

Auch Schultz-Lupitz**) hat seine Ansichten dargelegt in einem auf der dritten Wanderversammlung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Breslau gehaltenen Vortrage über die Frage: „Welche Vorteile gewährt eine Buchführung über Entnahme und Ersatz der Pflanzennährstoffe für jedes einzelne Ackerstück?“ Er spricht sich gegen eine summarische Berechnung für das ganze Gut aus, da er glaubt, daß dieselbe zu großen Irrtümern führen kann. Er berücksichtigt die Ergebnisse der auf seinem Gute ausgeführten Felddüngungsversuche und kontrolliert den Nährstoffumsatz seines Gutes, indem er über Düngung und Ernte einzelner Ackerstücke Buch führt. Hierdurch weist er nach, daß die einzelnen Felder im Laufe einer Reihe von Jahren bedeutend an Nährstoffen bereichert wurden.

Endlich sei erwähnt, daß auch Märcker seine Ansichten über die Statik in einem „Raubbau und Statik“ betitelten Aufsatz im „Handwörterbuch***) der Staatswissenschaften“ veröffentlicht hat. Seine Ansichten sind folgende: Die Herstellung des Gleichgewichtes der Nährstoffe, wie es früher gefordert wurde, ist zu verwerfen, jedoch gewährt die Ausführung einer statischen Rechnung, falls sie für jedes unter verschiedenen Düngungs- und Anbauverhältnissen stehende Feld aufgestellt wird, einigen Nutzen. Eine solche Buchführung über die Bodennährstoffe soll dann als Grundlage dienen, von der aus der Nährstoffvorrat jedes Feldes,

*) Die Landwirtschaft und ihr Betrieb von H. Settegast-Proskau. Breslau, 1880, Seite 145—258.

**) Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. III. Band, Berlin, 1888.

***) V. Band, Jena, 1893.

unter Berücksichtigung der Ansprüche der anzubauenden Pflanzen, gleichmäßig ergänzt und vermehrt werden kann. Bei Ausführung der statischen Rechnung geht Märcker vom Stallmist aus. Er ist der Ansicht, daß die Anwendung von Mittelzahlen bei den großen Schwankungen der Zusammensetzung des Stallmistes unzulässig ist, und schlägt daher vor, die Zusammensetzung desselben zu berechnen, indem von den eingeführten Produkten und dem Streustroh die ausgeführten Produkte wie Körner, Zuckerrüben, Milch und Fleisch, ferner Zuwachs im Stalle und Verschleppen von Dünger durch die Zugtiere abgezogen wird. Nach Märcker hat die statische Rechnung folgende Bedenken:

Man ist bei jeder Berechnung auf Durchschnittszahlen angewiesen, die nie der Wirklichkeit ganz entsprechen. Doch gleichen sich in den meisten Fällen diese Zahlen durch Summierung der Plus- und Minusfehler wieder aus. Andere etwaige Veränderungen im Löslichkeitsgrad der Nährstoffe können von Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens sein, aber sie können bei der statischen Rechnung nicht berücksichtigt werden. Bei der zu gebenden Düngung muß das Düngebedürfnis der Pflanzen berücksichtigt werden und daher bekannt sein. Dasselbe ist jedoch nicht durch Zahlen ausdrückbar. Die Rechnung giebt keinen Aufschluß über den disponiblen Nährstoffvorrat des Bodens. Da die hieraus erwachsenen Schwierigkeiten so groß sind, daß die Erfolge der sich auf eine statische Rechnung stützenden Düngungsmaßregeln getrübt werden können, so kommt Märcker zu dem Ergebnis, daß aus der statischen Rechnung nur zu ersehen ist, wieviel Nährstoffe im Boden sind und wie groß das Minimum ist, das zur Erhaltung der Fruchtbarkeit notwendig ist. Welchen Wert jedoch die im Boden verbleibenden Nährstoffe für die Pflanze haben, ist aus der statischen Rechnung nicht zu ersehen. Wieviel Nährstoffe über den Ersatz hinaus zu geben sind, kann nur der Versuch und die Wirtschaftspolitik des Landwirts entscheiden.

Da nun von den Statikern Drechslers Reform teilweise anerkannt wird, ohne auf der von ihm gegebenen Grundlage weiter zu arbeiten, teilweise auch seine Reform verworfen wird,

ohne daß eine eingehende Kritik geübt ist, so soll die Drechslersche Reform der Ausgangspunkt der weiteren Ausführungen sein.

Kritik der von Drechsler geschaffenen Reform der Statik.

Den auf Seite 13 bereits erwähnten vier Leitsätzen Drechslers haben wir nichts mehr hinzuzufügen, denn sie sind so vollkommen klar und gut gefaßt, daß an denselben nichts geändert zu werden braucht. Aber wie bereits ebenfalls erwähnt, hat Drechsler 1884 diesen vier Sätzen einen fünften hinzugefügt, welcher lautet:

> „Einer Pflanze sind im Dünger diejenigen Nährstoffe zuzuführen, welche sie fähig ist, aus dem Dünger aufzunehmen, diejenigen aber, welche sie infolge ihrer Eigenschaften nicht dem Dünger entnehmen kann, sondern ausschließlich oder vorzugsweise dem Vorrat des Bodens entnimmt, sind im Dünger für diese Pflanzen überflüssig."

Dieser Satz ist nicht richtig, wenigstens kann er nicht aus P. Wagners Arbeiten*) gefolgert werden, wie dies Drechsler ausdrücklich thut. Die Versuche P. Wagners weisen nach, daß der Ertrag an Haferkörnern durch eine Stickstoffdüngung bedeutend gesteigert wurde, während die gleiche Düngung unter gleichen Verhältnissen bei Erbsen keinen Mehrertrag bewirkte. Hieraus kann aber nicht gefolgert werden, daß die Erbse unfähig ist, den Düngerstickstoff aufzunehmen. Die Erbsen haben bei den Versuchen P. Wagners den zugeführten Salpeterstickstoff genau so vollständig aufgenommen und verarbeitet, wie die Haferpflanzen es gethan haben. Wenn aber die ohne Stickstoff gedüngten Erbsen denselben Ertrag geliefert haben, wie die mit Salpeter gedüngten Erbsen, so ist dies nur ein Beweis dafür, daß die Erbsen auch ohne Salpeterdüngung ihren Stickstoffbedarf decken können. Der

*) Beiträge zur Ausbildung der Düngungslehre, Landw. Jahrbücher, 1883, und: Einige Resultate agrikulturchemischer Düngungsversuche, Journal f. Landwirtschaft, 1883.

Stickstoffvorrat des Bodens und die Luft haben den Erbsen soviel Stickstoff, als dieselben nur verarbeiten konnten, geliefert; der Hafer dagegen litt Mangel an Stickstoff, da er unfähig ist, den Stickstoff der Luft aufzunehmen. Als beide Pflanzenarten mit Salpeterstickstoff gedüngt wurden, haben beide den zugeführten Salpeterstickstoff aufgenommen. Die Gerste hat hierdurch einen bedeutenden Mehrertrag geliefert, während es für die Erbsen ohne Einfluß auf den Ertrag gewesen ist, ob sie aus dem im Überschuß in der atmosphärischen Luft ihnen zur Verfügung stehenden Stickstoffvorrat oder aus dem zugeführten Salpeterstickstoff ihren Bedarf decken konnten. Drechslers Schluß also, daß die Erbse unfähig ist, den Salpeterstickstoff aufzunehmen, da sie nach der Salpeterdüngung keine Ertragssteigerung geliefert hat, ist nicht richtig. Da nun keine weiteren Thatsachen vorliegen, welche auf die Richtigkeit obigen Satzes hindeuten, so müssen wir denselben als unbewiesen erklären und ihn daher streichen. Es bleiben demnach nur die früheren von Drechsler aufgestellten vier Sätze bestehen, die wir auch voll anerkennen.

Wir haben nun zu prüfen, ob die statische Rechnung, welche Drechsler auf Grund der vier Sätze aufgestellt hat, den Erfahrungen der Wissenschaft und den Anforderungen der Praxis entspricht. Zu diesem Zweck sei hier kurz auf das auf Seite 14 besprochene Beispiel Drechslers verwiesen. Wir sehen dort, daß Drechsler von der dem Felde gegebenen Düngung die dem Felde durch die folgenden Ernten entzogenen Nährstoffe abzog. Nach der Größe des sich hieraus ergebenden Restes von Nährstoffen und nach dem Bedarf der in der nun folgenden Rotation anzubauenden Früchte berechnete er die Stärke der Düngung, die er für das angeführte Beispiel auf 6,2 Fuder Mist festsetzte, welche enthielten:

Kali	Kalk	Phosphorsäure
℔	℔	℔
76	40	38.

Außerdem sollte im zweiten Jahre der Rotation „mit der Hord“ und im vierten Jahre mit Superphosphat gedüngt werden.

Diesen Düngungsplan stellte Drechsler auf und gegen denselben läßt sich nun folgendes einwenden:

1) Drechsler nimmt nur 80 Ctr. Kartoffeln und nur 6,7 Ctr. Roggen als Ertrag pro Morgen an, ohne einen berechtigten Grund dafür zu haben, daß das Feld nicht mehr tragen konnte. Wir müssen aber fragen, ob nicht die Möglichkeit vorlag, durch stärkere Düngung anstatt 80 Ctr. etwa 100 Ctr. und mehr pro Morgen und statt 6,7 Ctr. Roggen etwa 10 Ctr. und mehr zu ernten. Drechsler hat also nicht bewiesen, daß ein einfacher Ersatz der durch diese geringen Erträge entzogenen Nährstoffe das richtigste war. 2) Es wird nicht der Beweis geliefert, daß gerade eine Düngung von 6,2 Fuder Mist mit 76 Pfund Kali, 40 Pfund Kalk und 38 Pfund Phosphorsäure die richtige Düngung für die Rotation war. Auch aus Drechslers statischer Rechnung geht dies nicht hervor. Diese Rechnung weist bezüglich des Kalkes nach, daß von demselben bereits mehr im Boden vorhanden war, als die Rotation bedurfte. Die Notwendigkeit einer Kalkzufuhr konnte also aus der statischen Rechnung nicht gefolgert werden. Bezüglich der Phosphorsäurefrage weist die Rechnung nach, daß eine Zufuhr von 26 Pfund Phosphorsäure nötig war, während Drechsler eine Düngung von 38 Pfund Phosphorsäure giebt, also ein Drittel mehr, als die Rechnung verlangt. Drechsler giebt keinen Grund hierfür an, wenigstens ist keiner aus der statischen Rechnung zu ersehen. In betreff des Kaliersatzes fordert die Rechnung 110 Pfund Kali, und Drechsler giebt in Form von Stallmist 76 Pfund und düngt ferner, da er auf Grund seiner Rechnung die Zuführung von Kali „bestimmt für nötig" hält, zur zweiten Frucht „mit der Hord". Auch hier vermissen wir die Begründung der Maßnahmen Drechslers. Die Behauptung, daß die 76 Pfund bestimmt nicht zur Erzeugung des Ertrages reichen, ist nicht bewiesen. Es ist ja möglich, daß der Kalivorrat des Bodens so groß ist, daß längere Jahre hindurch erheblicher Raubbau an Kali getrieben werden kann, ohne daß ein Rückgang der Erträge zu erwarten ist, wie das thatsächlich in vielen Fällen zutrifft. Ebenso fehlt der Nachweis, daß falls

wirklich das Kali in zu geringer Menge eingeführt wurde, der Pferdedünger genügte, um das Kalidefizit zu decken. 3) Drechsler führt durch 6,2 Fuder Mist 38 Pfund Phosphorsäure zu, also 12 Pfund mehr, als der Rechnung nach nötig waren. Trotzdem sagt Drechsler, daß die letzte Frucht der Rotation mit Superphosphat zu düngen sei. Die Angabe des Grundes dieser Maßnahme bleibt Drechsler uns schuldig. Drechsler kann sich also bezüglich des Phosphorsäureersatzes nicht an die von ihm ausgeführte Rechnung gekehrt haben. Auf Grund anderweit gemachter Erfahrungen wird er es für zweckmäßig befunden haben, dem Boden mehr Phosphorsäure zu geben, als ihm entzogen wurde. Aber hiervon finden wir nichts in seiner Abhandlung. Ziehen wir den Schluß aus diesen Ausführungen, so geht unser Urteil dahin, daß Drechslers Reform der statischen Rechnung nur eine ungefähre Berechnung der Nährstoffmenge ist, die eine Rotation dem Boden entzieht, ohne daß jedoch Drechsler das Ergebnis dieser Berechnung als maßgebend für den notwendigen Ersatz beziehungsweise für die der folgenden Rotation zu gebende Düngung ansieht. Drechsler giebt eine Düngung, die sich nicht deckt mit dem, was die statische Rechnung ergeben hat. Aber er giebt nicht an, nach welchen anderen Grundsätzen er die Düngung einrichtet. Er verwendet bedeutend mehr Phosphorsäure, als der entzogenen Menge entspricht, ohne sich über die Gründe, die ihn hierzu veranlaßten, zu äußern. Drechslers Reform der Statik genügt daher nicht den Anforderungen, die Theorie und Praxis an statische Berechnungen stellen müssen. Sie lehrt uns nicht, in welcher Weise und in welchem Maße wir durch derartige Rechnungen Anhaltspunkte zur Beurteilung des Düngebedürfnisses des Bodens und der Kulturpflanzen zur gleichbleibenden Ertragsfähigkeit erlangen können. Die vier Fundamentalgesetze der Düngung Drechslers als richtig anerkennend, haben wir nun zu prüfen, wie dieselben in der Praxis des Ackerbaues zu befolgen sind.

Die rationelle Düngung der Kulturpflanzen und das statische Gesetz.

Seit hundert Jahren, wie bereits erwähnt, ist die Statik des Landbaues besprochen worden, ohne daß es gelungen wäre, ein das Bedürfnis der landwirtschaftlichen Praxis befriedigendes Resultat zu erzielen. Die Ursache dieses ungenügenden Erfolges ist einerseits in dem Umstande zu suchen, daß die Düngungslehre zu der Zeit, in welcher die neueren Schriften über die Statik des Landbaues erschienen, noch sehr mangelhaft ausgebildet war, andererseits aber hat man bei der Behandlung dieses Gegenstandes auch wohl nicht immer den richtigen Weg eingeschlagen. Man ist von Betrachtungen über die statischen Gesetze ausgegangen, man hat die statische Lehre der verschiedenen Autoren einer Kritik unterworfen und hat neue Lehren aufgestellt. Aber man hat die Prüfung, wie diese Lehren in einem bestimmten Fall der Praxis zu befolgen sind und ob und wie dieselben mit den Erfahrungen der Praxis übereinstimmen, entweder ganz unterlassen oder diese Prüfung in nur sehr wenig eingehender Weise vorgenommen. Da wir diesen Weg nicht für den richtigen halten, so wollen wir den entgegengesetzten einschlagen, indem wir von einem bestimmt vorliegenden Fall der Praxis ausgehen, die rationellste Düngung der zu einer bestimmten Wirtschaft gehörenden Äcker festzustellen versuchen und dabei prüfen, ob sich das Bedürfnis nach statischer Rechnung hierbei herausstellt. Wir stellen daher die Frage:

Wie sind die vorliegenden zu einer bestimmten Wirtschaft gehörenden Felder zu düngen?

Beispiel aus der Praxis:

A. Ernsthofen im Odenwald.

Durch Vermittlung der landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt sind wir genauer bekannt geworden mit einem in

Ernsthofen im hessischen Odenwald liegenden kleinen Landgut. Wir wählen dieses Gut hier als Beispiel, da auf demselben zahlreiche Versuche von seiten der genannten Versuchsstation ausgeführt worden sind, und da wir uns veranlaßt gesehen haben, diese Versuche durch einige weitere Erhebungen zu ergänzen. Zunächst sollen hier die Bemerkungen wiedergegeben werden, die P. Wagner*) über die dortigen Verhältnisse gemacht hat.

Die Besitzung besteht aus 4,25 ha Wiesen und 16,5 ha Ackerland. Es werden 15 Stück Milchvieh gehalten, welche bei täglicher Einstreu von 50 kg Stroh jährlich 2372 D.-Ctr. frischen, beziehungsweise 1642 D.-Ctr. mäßig verrotteten Mist und 1168 hl Jauche liefern. Die Wirtschaft ist sechsschlägig und die Fruchtfolge ist: 1. ½ Schlag Futterrüben, ½ Schlag Kartoffeln in Mist- und Jauchedüngung; 2. Weizen mit Jauchedüngung; 3. Hafer mit Kleeeinsaat; 4. Klee; 5. Weizen; 6. Hafer. Die verfügbare Menge Stallmist berechnet sich für die Rotation auf rund 600 D.-Ctr. und die verfügbare Jauche (von welcher ein Drittel auf die Wiesen kommt) auf 283 hl. pro Hektar Ackerland. Bei dieser alle sechs Jahre sich wiederholenden Düngung werden unter Ausschluß von Handelsdünger den Ermittelungen der Versuchsstation Darmstadt nach geerntet:

500	D.-Ctr.	Futterrüben	vom	Hektar,
200	„	Kartoffeln	„	„
17	„	Weizenkörner	„	„
17	„	Haferkörner	„	„
60	„	Rotkleeheu	„	„ .

Es ist nun zu berechnen, wieviel Stickstoff, Phosphorsäure und Kali durch diese Erträge dem Boden entzogen werden, wobei der im Rotklee enthaltene Stickstoff außer Rechnung bleibt, da der Klee den Boden stickstoffreicher hinterläßt, als er ihn übernommen hat. Die folgende Zusammenstellung, welche zugleich den durch Analysen festgestellten prozentischen Gehalt der Ernte-

*) Anwendung künstlicher Düngemittel. Thaerbibliothek, Band 100, Berlin, 1900, Seite 145.

produkte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali giebt, enthält die Ergebnisse der Rechnung. (Siehe Tabelle auf Seite 29.)

Die Erträge entnehmen:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
495	1648	1038.

Wie bereits oben erwähnt, werden 2372 D.-Ctr. frischer, beziehungsweise 1642 D.-Ctr. mäßig verrotteter Stallmist und 1168 hl Jauche jährlich produziert. Von letzterer erhalten die Wiesen jährlich 389 hl. Es bleiben demnach für das Feld 1642 D.-Ctr. Stallmist und 778 hl Jauche verfügbar (siehe Tabelle auf Seite 30), wodurch dem Felde zurückgegeben wird:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
489	1686	1012.

Die Differenz zwischen Entnahme durch die Ernte und Ersatz durch Stallmist- und Jauchedüngung beträgt:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
+6	—38	+26.

Auf den Hektar berechnet besteht zwischen Entnahme und Ersatz eine Differenz von nicht mehr als nur:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
0,4	2,2	1,6.

Entnahme und Ersatz gleichen sich also fast vollkommen aus. Die 4,25 ha Wiesen und die eingeführten Kraftfuttermittel liefern vollkommen Ersatz für alle aus der Wirtschaft exportierten Nährstoffe. Wir haben hier also einen Fall, in welchem dem Gesetz der Statik vollständig Genüge geleistet wird.

Der Besitzer der Wirtschaft treibt weder Raubbau, noch bereichert er sein Feld. Es würde demnach wohl als rationell angesehen werden können, in gleicher Weise weiter zu wirtschaften, aber eine Voraussetzung ist dabei zu machen, die Voraussetzung, daß der betreffende Landwirt mit den oben angeführten Erträgen zufrieden ist. Das letztere ist nun aber nicht der Fall. Der Be-

Bebaute Fläche in Hektar	Kulturpflanze	Ertrag von 1 ha D.-Ctr.	Ertrag auf der bebauten Fläche D.-Ctr.	Gehalt der Erntesubstanz an Phosphorsäure %	Kali %	Stickstoff %	Gehalt der Gesamternte an Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1,375	Futterrüben	500 Rüben	688 Rüben	0,10	0,45	0,25	69	310	172
		130 Blätter	179 Blätter	0,10	0,45	0,35	18	81	63
1,375	Kartoffeln	200 Kartoffeln	275 Kartoffeln	0,15	0,75	0,45	41	206	124
		24 Kraut	33 Kraut	0,18	0,50	0,50	6	17	17
5,5	Weizen	17 Körner	94 Körner	0,8	0,6	2,0	75	56	.188
		37 Stroh	204 Stroh	0,25	0,7	0,5	51	143	102
5,5	Hafer	17 Körner	94 Körner	0,9	0,6	2,0	85	56	188
		37 Stroh	204 Stroh	0,25	2,2	0,9	51	449	184
2,75	Rotklee	60 Heu	165 Heu	0,6	2,0	—	99	330	—
16,5 ha				In Summa .		.	495	1648	1038

Den 16,5 ha Ackerland wird an Stallmist und Jauche gegeben	Gehalt an Nährstoffen			Nährstoffgehalt der verwendeten Menge Mist und Jauche		
	Phosphorsäure %	Kali %	Stickstoff %	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
1642 D.-Ctr. Mist . .	0,25	0,6	0,45	411	985	739
779 hl Jauche . . .	0,1	0,9	0,35	78	701	273
	In Summa . .			489	1686	1012

sitzer der Wirtschaft berechnet auf Grund sorgfältiger Buchführung, daß bei dem geschilderten Betriebe die Produktionskosten der Feldfrüchte sich höher stellen, als der Marktwert derselben beträgt. Er sieht sich daher genötigt, durch Verwendung von Handelsdünger die Erträge seiner Felder zu steigern, um die Produktionskosten zu vermindern. Denn wenn auch die gesamten Produktionskosten durch Zukauf von Handelsdünger vermehrt werden, so tritt doch eine Verminderung der Produktionskosten pro Centner Rohertrag ein. Denn den durch Zukauf von Handelsdünger verhältnismäßig gering erhöhten Produktionskosten steht ein bedeutend höherer Ernteertrag gegenüber, auf den sich dann die Produktionskosten verteilen. Versuche, die durch die Versuchsstation Darmstadt auf dem Ernsthofener Felde ausgeführt wurden, haben nun auch ergeben, daß eine bedeutende Steigerung der Erträge und eine dementsprechende Verminderung der Produktionskosten pro Centner Rohertrag möglich ist. Durch sehr intensive Düngung können die Erträge, wie festgestellt wurde, gesteigert werden:

bei Futterrüben	von 500	auf 1000	D.-Ctr.	pro Hektar,
„ Kartoffeln	„ 200	„ 300	„	„
„ Weizen und Gerste	„ 17	„ 40	„	„
„ Kleeheu	„ 60	„ 150	„	„ .

Ferner hat die Rechnung ergeben, daß bei Verwendung einer intensiven Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und

Kali die Produktionskosten bedeutend sanken; zum Beispiel betragen nach Angaben des Besitzers die Produktionskosten pro D.-Ctr. Haferkörner ohne Anwendung von Handelsdünger 19,40 Mark, sanken dagegen bei Verwendung von künstlichen Düngemitteln auf 10,80 Mark.

Das Gesetz der Statik, soweit es nichts anderes fordert, als Gleichgewicht zwischen Entnahme und Ersatz, läßt uns hier also im Stich. Es ist dem Boden mehr zu geben, als ihm durch die Ernte entzogen wird. Wir haben daher zu prüfen, ob wir auf dem Wege statischer Berechnungen, ähnlich den von Drechsler ausgeführten, ermitteln können, welche Düngung dem Boden gegeben werden muß, um zu den erzielbaren Höchsterträgen zu gelangen. Die Rechnung würde die folgende sein. Die Früchte, welche der Acker innerhalb einer sechsjährigen Rotation tragen soll, sind: Futterrüben, Weizen, Hafer mit Kleeeinsaat, Klee, Weizen, Hafer. Wieviele Nährstoffe diese Pflanzen bei Annahme von Höchsterträgen beanspruchen, ergiebt sich aus der Tabelle auf Seite 32.

In Summa sind also für die Rotation pro Hektar erforderlich:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
1318	414	834,

während durch die verfügbare Menge Stallmist und Jauche zugeführt werden:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
613	178	368.

Es bleibt demnach ein ungedeckter Bedarf von:

Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
kg	kg	kg
705	236	466.

Wir haben nun zu entscheiden, ob es rationell ist, diesen aus der Rechnung sich ergebenden Bedarf an Nährstoffen dem

Laufende Nummer	Kulturpflanze	Angenommener Ertrag von 1 ha D.-Ctr.	Gehalt der Erntemasse an Phosphorsäure %	Gehalt der Erntemasse an Kali %	Gehalt der Erntemasse an Stickstoff %	Gehalt der Gesamternte an Phosphorsäure kg	Gehalt der Gesamternte an Kali kg	Gehalt der Gesamternte an Stickstoff kg
1	Futterrüben	1000 Rüben	0,10	0,45	0,25	100	450	250
		275 Blätter	0,10	0,45	0,35	28	124	96
2	Weizen	40 Körner	0,8	0,6	2,0	32	24	80
		60 Stroh	0,25	0,7	0,5	15	42	30
3	Hafer mit Kleeeinsaat	40 Körner	0,9	0,6	2,0	36	24	80
		60 Stroh	0,25	2,2	0,9	15	132	54
4	Klee	150 Heu	0,6	2,0	—	90	300	—
5	Weizen	40 Körner	0,8	0,6	2,0	32	24	80
		60 Stroh	0,25	0,7	0,5	15	42	30
6	Hafer	40 Körner	0,9	0,6	2,0	36	24	80
		60 Stroh	0,25	2,2	0,9	15	132	54
						414	1318	834

Boden in Form von Handelsdüngern zu geben. Wir wollen dies für die einzelnen Nährstoffe der Reihe nach prüfen.

Die Rechnung hat ergeben, daß 1318 kg Kali für die sechsjährige Rotation erforderlich sind, um den Höchstertrag zu erzielen. Da fragt es sich, ob dieses ganze Quantum dem Boden jährlich zu geben ist, falls die als Ziel gesetzten Erträge erhalten werden, also ob es rationell ist, keinen Raubbau an Kali zu treiben.

Um dies zu entscheiden, muß der Kaligehalt des Bodens berücksichtigt werden. Ist der Boden so kalihaltig, daß er im stande ist, die von ihm geforderten 1318 kg Kali den Pflanzen zur Verfügung zu stellen, auch wenn ihm nur zirka 1000 kg Kali durch Stallmist, Jauche und Kalisalze geboten werden, so ist es empfehlenswert, ihn mit nur 1000 kg Kali zu düngen, also Raubbau zu treiben, denn überflüssiges Kapital soll nicht im Boden lagern, und unter überflüssigem Kapital verstehen wir diejenigen Nährstoffmengen, die der Boden über den zur Produktion erforderlichen Vorrat hinaus enthält. Ein vollständig kalifreier Boden bringt keine Höchsterträge hervor, denn es ist nicht möglich, die auf ihm zu bauenden Kulturpflanzen nur mit leicht löslichen Kalisalzen zu ernähren. Hierzu würde eine so starke Kalidüngung erforderlich sein, wie die Pflanzen sie nicht vertragen. Wollte man zum Beispiel 1000 D.-Ctr. Futterrüben vom Hektar ernten, und das erforderliche Kaliquantum in Form von Kainit dem Boden zuführen, so würde dies einer Düngung von 40 D.-Ctr. Kainit entsprechen. Diese Düngung würde aber sehr schädlich auf die Pflanzen wirken. Eine Ernte von 1000 D.-Ctr. Futterrüben kann man nur dann erhalten, wenn der Boden einen gewissen Vorrat von Kali besitzt, aus dem nur ganz allmählich durch kohlensaures Wasser und durch die Pflanzenwurzeln das Kali löslich wird, das in Form von Stallmist, Humus oder Feinerde oder gleichmäßig verteiltem absorbiertem Kali vorhanden ist. Dieser Vorrat muß so groß sein, daß etwa 75 % des für Höchsterträge erforderlichen Kalis aus diesem Vorrat den Pflanzen zur Aufnahme dargeboten werden können und

nur noch etwa 25 % aus einer Düngung mit Staßfurter Kalisalzen genommen werden müssen. Ist aber der gedachte Vorrat an Kali so groß, daß nicht nur 75 %, sondern die ganze Menge des notwendigen Kalis oder noch mehr dem Boden ohne jedes Bedenken durch die Pflanzen entzogen werden können, so ist im wirtschaftlichen Sinn ein Überfluß von Kali da. Es ist dann ökonomisch nicht richtig, mit so viel Kali zu düngen, als die Rotation beansprucht, und man ist wirtschaftlich berechtigt, Raubbau zu treiben. Man muß aber stets im Auge behalten, daß Raubbau nur eine bestimmte Reihe von Jahren getrieben werden darf und zwar nur so lange, als Überfluß von Kali vorhanden ist. Sobald dieser verbraucht ist bis auf den Vorrat, der dem Boden erhalten bleiben muß, so darf auch Raubbau nicht länger mehr getrieben werden. Nehmen wir zum Beispiel an, daß der Boden für eine Rotation 1000 kg Kali zu liefern habe und es werde mit nur 500 kg Kali in Form von Stallmist gedüngt. Ist nun sein Vorrat so groß, daß er ohne Schwierigkeit nicht nur 1000 kg, sondern etwa 1200 kg liefern kann, also mehr als von ihm verlangt wird, so ist Überfluß an Kali vorhanden. Man kann dann ohne Nachteil Raubbau treiben, so lange bis der mit Stallmist gedüngte Boden nicht mehr 1200, sondern nur noch ungefähr 1000 kg Kali liefert. Von diesem Zeitpunkt ab ist der Raubbau zu beschränken und ist dann ein Zuschuß von etwa 100 kg Kali in Form von Staßfurter Salzen zu geben; nach einer Reihe von Jahren ist der Zuschuß auf 200 kg, dann auf 300 kg, 400 kg, schließlich auf 500 kg zu erhöhen, so daß mit den 500 kg, die durch Stallmist gegeben werden, ein vollkommener Ausgleich erfolgt zwischen Entnahme und Ersatz.

Kehren wir nun zu unserm Beispiel zurück. Die Rechnung hat einen Bedarf von 1318 kg Kali ergeben. Die Stallmist- und Jauchedüngung liefert dem Boden 613 kg Kali, also kaum die Hälfte des erforderlichen Quantums. Wir stehen nun vor der Frage, ob der Rest von 705 kg Kali durch Staßfurter Salze beschafft werden soll, oder ob der Boden so kalireich ist, daß Raubbau getrieben werden darf. Diese Frage kann nun nicht durch

die chemische Analyse des Bodens gelöst werden, denn diese giebt uns keine befriedigende Auskunft. Die Analyse genügt nur in extremen Fällen, nur dann, wenn ein sehr reicher Vorrat oder sehr große Armut an Kali nachweisbar ist. Bei mittlerem Gehalt des Bodens giebt sie keine sichere Antwort auf unsere Frage. Nur der Düngungsversuch ist im stande, zuverlässige Auskunft zu geben, und zwar der direkt auf dem fraglichen Acker ausgeführte Versuch. Wir kommen weiter unten hierauf zurück und gehen jetzt zur Frage des Phosphorsäurebedarfs über.

Unsere Rechnung hat ergeben, daß für die Rotation pro Hektar erforderlich sind 414 kg Phosphorsäure, und daß durch Stallmist und Jauche gegeben werden 178 kg, also ein ungedeckter Rest von 236 kg Phosphorsäure bleibt. Wir haben nun dieselbe Frage wie oben zu stellen. Soll der ungedeckte Rest in Form von Phosphaten gegeben werden, oder kann Raubbau getrieben werden? Auf diese Frage ist dieselbe Antwort zu geben, wie sie in Bezug auf das Kali erteilt wurde. Ist ein überflüssiger Phosphorsäurevorrat im Boden vorhanden, so kann man ohne Bedenken Raubbau treiben. Ob und wie groß der etwaige Überfluß an Phosphorsäure ist, und ob und in welchem Maße Raubbau getrieben werden kann, das ist ebenso wie bei der Kalifrage nur durch den örtlich ausgeführten Düngungsversuch sicher zu entscheiden. Aber ein wichtiger Umstand tritt hier hinzu. Es handelt sich bei der Phosphorsäurefrage weniger darum, ob man Raubbau treiben darf oder nicht, denn man kann dies nur in sehr seltenen Fällen, als vielmehr um die Frage, ob eine Vorratsdüngung mit Phosphorsäure vielleicht notwendig ist. Es ist bekannt, daß die Phosphorsäure viel schwerer beweglich im Boden ist als das Kali. Ist es den Kulturpflanzen möglich, von 100 Teilen in den Boden gebrachten Kalis 40—50—60 Teile schon im Laufe eines Sommers aufzunehmen, so können sie aus 100 Teilen in Form von Superphosphat oder Thomasmehl in den Boden gebrachter Phosphorsäure nicht mehr als nur 10 bis 20 Teile aufnehmen, und aus 100 Teilen Bodenphosphorsäure stehen in der Regel nicht mehr als nur 1 bis 2 bis höchstens 3

Teile den Pflanzen während einer Vegetationsperiode zur Verfügung. Daraus folgt, daß ein verhältnismäßig großer Phosphorsäurevorrat im Boden enthalten sein muß, um die Kulturpflanzen genügend mit diesem Nährstoff zu versorgen. Ist dieser Vorrat nicht vorhanden, so muß er beschafft werden. Es müssen, wie P. Wagner*) auf Grund seiner Arbeiten es ausspricht, erhebliche Überschußdüngungen an Phosphorsäure gegeben werden, und zwar so lange, bis der Boden gesättigt ist, das heißt, bis er nicht mehr auf Phosphorsäure reagiert, bis man weder mit dem Auge noch mit der Wage die Wirkung einer Phosphorsäuredüngung erkennen kann und eine Wirkung selbst dann nicht erkannt werden kann, wenn die phosphorsäurebedürftigsten Pflanzen gebaut, diese mit reichlichen Mengen von Kali und Stickstoff gedüngt werden, und alle Verhältnisse gegeben sind, die für die Erzielung von Maximalerträgen die günstigsten sind, also günstigster mechanischer Zustand des Bodens, Reinheit des Ackers von Unkräutern, günstige Witterung u. s. w. Von diesem Punkte an, so folgert P. Wagner aus seinen Ermittelungen, ist es dann in der Regel genügend, wenn jährlich so viel Phosphorsäure oder ein wenig mehr, indem man den geringen Verlusten, die durch Versickerung entstehen können, Rechnung trägt, dem Boden ersetzt wird, als man durch die Ernten ihm entzieht. Wenn also in dem uns vorliegenden Fall 414 kg Phosphorsäure von den zur Rotation gehörigen Pflanzen aufgenommen werden müssen, im Stallmist aber nur 178 kg zur Verfügung stehen und demnach ein ungedeckter Rest von 236 kg verbleibt, so ist einerseits zu fragen: enthält der Boden etwa einen so großen Überschuß an Phosphorsäure, daß er die fehlenden 236 kg aus seinem Vorrat liefern kann, ohne daß die Pflanzen auch nur kurze Zeit Mangel leiden?

Andererseits ist zu fragen: ist der Boden etwa so arm an Phosphorsäure, daß er von den erforderlichen 236 kg vielleicht nur die Hälfte liefern kann und folglich einer starken Phosphorsäuredüngung bedarf, um die Pflanze genügend zu versorgen?

---

*) „Anwendung künstlicher Düngemittel“ 2c.

Ebenso wie beim Kali sind auch bei der Phosphorsäure diese beiden Fragen nicht durch die chemische Analyse des Bodens zu lösen. Das bei der Kalifrage Gesagte hat auch hier Gültigkeit: nur in extremen Fällen, bei sehr hohem und sehr geringem Phosphorsäuregehalt des Bodens kann man aus dem Resultat einer chemischen Analyse genügend Anhalt für die Frage gewinnen, ob Raubbau am Platze ist, oder ob sich eine starke Düngung als nötig erweist. In den meisten Fällen ist dies jedoch nicht möglich. Es bleibt hier ebenfalls nichts anderes übrig als der Düngungsversuch, und zwar der direkt auf dem Acker ausgeführte. Wir kommen hierauf noch zurück und gehen vorläufig weiter, indem wir uns zur Frage des Stickstoffbedarfs wenden.

Für die Rotation sind 834 kg Stickstoff erforderlich, und nur 368 kg werden durch die verfügbare Menge von Stallmist und Jauche geliefert. Soll nun der ungedeckte Rest von 466 kg Stickstoff in Form von Salpeter oder Ammoniaksalz den Pflanzen gegeben werden, oder wird man auf den Stickstoffvorrat des Bodens rechnen und eine geringere Gabe verwenden können? Diese Frage kann nicht, ähnlich wie bei Kali und Phosphorsäure, beantwortet werden, denn in Bezug auf die Stickstoffversorgung der Kulturpflanzen ist eine statische Rechnung überhaupt nicht ausführbar. Was wir an Kali und Phosphorsäure dem Boden geben, das bleibt im Boden, wenigstens sind die Verluste, die durch versickerndes Wasser entstehen können, nur sehr gering. Mit Kali und Phosphorsäure können wir rechnen und auf Grund der Rechnung den Gehalt des Bodens an verfügbarer Phosphorsäure regulieren. Mit dem Stickstoff aber ist dies nicht ausführbar, denn wir haben es hier mit nicht kontrollierbaren Verhältnissen zu thun. Gewinn und Verlust des Bodens an Stickstoff entziehen sich einer sicheren Beurteilung der Rechnung. Die Leguminosen nehmen Stickstoff aus der Luft und vermehren den Stickstoffvorrat des Bodens. Wie groß aber diese Bereicherung ist, können wir kaum annähernd schätzen. Der Boden absorbiert Ammoniak aus der Luft, Regen und Tau führen ihm Stickstoff

zu und Bakterien sind im Boden thätig, um direkt oder durch Vermittlung von Pflanzen Stickstoff aus der Atmosphäre zu binden. Aber die Stickstoffmengen, die dem Boden durch diese Vorgänge zugeführt werden, können wir im einzelnen Falle nicht bestimmen und andererseits haben wir es mit verschiedenen Stickstoffverlusten zu thun, die gleichfalls nicht durch bestimmte Zahlen ausgedrückt werden können. Ammoniak verdunstet aus dem Boden, die Thätigkeit salpeterzersetzender Bakterien, im Boden und im Drainwasser versickernder Salpeter, Stickstoffentbindung bei Fäulnis und Verwesungsvorgängen, dies alles sind Verlustquellen, die uns ihrer Art nach allerdings bekannt sind, für die wir aber keine Zahlenwerte gewinnen können. Dazu kommt zuletzt noch, daß wir mit der Wirkung des Stickstoffvorrates im Boden nicht gleich sicher rechnen können, wie mit dem Vorrat an Phosphorsäure und Kali. Der Kali- und Phosphorsäuregehalt des Bodens bietet eine stetig und gleichmäßig fließende Quelle, nicht aber der Stickstoffvorrat im Humus, im Stallmist, in der Grünsubstanz und allen übrigen organischen stickstoffhaltigen Substanzen. Diese zersetzen sich ungleichmäßig. Ihre Zersetzung wird durch Bodenbeschaffenheit, durch den Kalkgehalt des Bodens, durch den Lockerungs- und Feuchtigkeitsgrad des Bodens, durch Temperatur, Bodenbeschattung u. s. w. in solchem Maße beeinflußt, daß der gleiche Stickstoffvorrat des Bodens bald schnell, bald langsam Stickstoff zur Verfügung stellt, demnach auch bald viel, bald wenig Stickstoff den Pflanzen zuführt.

Rechnungen über Stickstoffgewinn und Stickstoffverlust sind also aus diesen Gründen nicht oder nur in äußerst beschränktem Maße ausführbar und bieten durchaus keine Sicherheit. Die rationelle Stickstoffdüngung der Pflanzen kann im gegebenen Fall nicht durch Rechnung gefunden werden. Der Düngungszustand des Bodens, die Erfahrung des Landwirts, seine Umsicht, sein praktischer Blick, die richtige Beurteilung des zeitlichen Standes der Kulturpflanzen u. s. w. müssen Ausschlag darüber geben, ob mit Stickstoffsalzen gedüngt werden soll und in welchem Maße dies zu geschehen hat.

So stehen wir denn am Schlusse unserer Fragen. Die Rechnung hat ergeben, daß für die als Ziel ins Auge gefaßten Erträge die Rotation um 705 kg Kali, 206 kg Phosphorsäure und 466 kg Stickstoff mehr bedarf, als im Stallmist und in der Jauche zur Verfügung steht. Aber uns ist nicht bekannt, wieviel von diesen Nährstoffmengen der Boden aus seinem Vorrat zu liefern im stande ist, oder mit wieviel Kali, Phosphorsäure und Stickstoff er gedüngt werden muß, um die genannten Mengen den Pflanzen liefern zu können. Nur der Düngungsversuch, wie schon erwähnt wurde, ist einzig und allein im stande, uns Aufschluß hierüber zu geben. Wir haben demnach die Aufgabe, das Düngungsbedürfnis der in unseren Beispielen vorliegenden Äcker, für welche die der Rotation zu gebende Düngung festgestellt werden soll, zu ermitteln. Dieser Aufgabe ist im vorliegenden Falle die Versuchsstation Darmstadt bereits nachgekommen. Es ist durch eine große Anzahl von Düngungsversuchen festgestellt worden, daß die zum Ernsthofener Gut gehörenden Äcker sehr arm an allen drei Nährstoffen sind. Es würde uns zu weit führen und uns ablenken von unserem Thema, wenn wir näher auf die Ergebnisse dieser Versuche eingehen wollten. Uns interessiert hier nur, daß man durch die Ergebnisse dieser Versuche zu dem Schluß gekommen ist, daß kein Raubbau an Kali auf den Äckern getrieben werden kann. Was an Kali durch die Pflanzen beansprucht wird, das muß in ganzer Menge dem Boden in Form von Stallmist, Jauche und Kalisalz zugeführt werden.

In Bezug auf die Phosphorsäurefrage ist durch Düngungsversuche festgestellt worden, daß die betreffenden Äcker so arm an Phosphorsäure sind, daß die erzielbaren Höchsterträge nur durch sehr starke Phosphatdüngung erreicht werden können.

Die Grundlage für die Aufstellung eines die ganze Rotation umfassenden Düngungsplanes ist durch die Resultate der Versuche gegeben worden. Auf Seite 158 der citierten Schrift finden sich nähere Angaben über diesen Versuchsplan, aus welchen zugleich zu ersehen ist, wie die für die Rotation erforderliche Gesamt-

menge an Nährstoffen auf die einzelnen Kulturpflanzen am besten verteilt wird, eine Frage, die mehr in das spezielle Gebiet der Düngungslehre schlägt, und auf welche wir in dieser Abhandlung daher nicht näher eingehen.

In nachstehender Zusammenstellung wollen wir die im Düngungsplan angegebenen Mengen von Kali und Phosphorsäure aufführen, welche für die verschiedenen Früchte verwendet werden sollen, und diese in Vergleich stellen mit den durch die Ernten entzogenen Mengen.

1. Frucht (Futterrüben).

Düngung pro ha:
600 D.-Ctr. Stallmist,
283 hl Jauche,
210 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Superphosphat,
160 kg Kali in Form von Kalisalz (40 %).

Die Düngung enthält:
775 kg Kali, 388 kg Phosphorsäure.

Der zu erzielende Ertrag entnimmt:
574 kg Kali, 128 kg Phosphorsäure.

Also bleibt ein Vorrat von:
201 kg Kali, 260 kg Phosphorsäure.

2. Frucht (Weizen).

Düngung pro ha:
142 hl Jauche,
45 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl.

Die Düngung enthält:
128 kg Kali, 59 kg Phosphorsäure.

Dazu Vorrat aus 1:
201 kg Kali, 260 kg Phosphorsäure.

Zusammen:
329 kg Kali, 319 kg Phosphorsäure.

Der zu erzielende Ertrag entnimmt:
66 kg Kali, 47 kg Phosphorsäure.

Also bleibt als Vorrat:
263 kg Kali, 272 kg Phosphorsäure.

3. und 4. Frucht (Hafer mit Klee).

Düngung pro ha:
150 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Superphosphat,
240 kg Kali in Form von Kalisalz.

Die Düngung enthält:
240 kg Kali, 150 kg Phosphorsäure.

Dazu Vorrat aus 2:
263 kg Kali, 272 kg Phosphorsäure.

Zusammen:
503 kg Kali, 422 kg Phosphorsäure.

Der zu erzielende Ertrag (Hafer und Klee) entnimmt:
456 kg Kali, 141 kg Phosphorsäure.

Also bleibt als Vorrat:
47 kg Kali, 281 kg Phosphorsäure.

5. Frucht (Weizen).

Düngung pro ha:
60 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Superphosphat,
80 kg Kali in Form von Kalisalz.

Die Düngung enthält:
80 kg Kali, 60 kg Phosphorsäure.

Dazu Vorrat aus 3 und 4:
47 kg Kali, 281 kg Phosphorsäure.

Zusammen:
127 kg Kali, 341 kg Phosphorsäure.

Der zu erzielende Ertrag entnimmt:
66 kg Kali, 47 kg Phosphorsäure.

Also bleibt als Vorrat:
61 kg Kali, 294 kg Phosphorsäure.

6. Frucht (Hafer).

Düngung pro ha:

60 kg Phosphorsäure in Form von Thomasmehl,
80 kg Kali in Form von Kalisalz.

Die Düngung enthält:

80 kg Kali, 60 kg Phosphorsäure.

Dazu Vorrat aus 5:

61 kg Kali, 294 kg Phosphorsäure.

Zusammen:

141 kg Kali, 354 kg Phosphorsäure.

Der zu erzielende Ertrag entnimmt:

156 kg Kali, 51 kg Phosphorsäure.

Es bleibt als Vorrat:

—15 kg Kali, +303 kg Phosphorsäure.

Nach diesem Plan findet also in Bezug auf das Kali ein vollständiger Ausgleich zwischen Entnahme und Ersatz statt. Bis auf den geringen Rest von 15 kg pro ha wird dem Boden im Laufe der sechsjährigen Rotation durch Stallmist, Jauche und Kalisalze soviel Kali zugeführt, als der Rechnung nach zur Gewinnung von Höchsterträgen notwendig ist. Dem Boden wird so viel Kali gegeben, als die Erträge ihm entziehen können. Er wird daher am Schluß der Rotation nicht ärmer und nicht reicher sein, als er bei Beginn derselben war.

Sind thatsächlich die als Ziel gesetzten Höchsterträge erreicht worden, so ist für die neu beginnende Rotation die gleiche Kalidüngung zu geben; sind sie nicht erreicht worden, so ist die Kalidüngung entsprechend zu vermindern.

In Bezug auf die Phosphorsäure aber stellt sich ein ganz anderes Ergebnis heraus. Es hat kein Ausgleich zwischen Phosphorsäuredüngung und Phosphorsäureentnahme stattgefunden, sondern es ist eine bedeutende Bereicherung an diesem Nährstoff entstanden. Der Boden war so arm an Phosphorsäure, daß eine starke Vorratsdüngung notwendig war, um zu Höchsterträgen zu führen. Die Rechnung ergiebt, daß der Boden am Schlusse der Rotation um 303 kg pro Hektar bereichert worden ist. Bei der

neu beginnenden Rotation ist daher mit diesem Vorrat zu rechnen, und es darf angenommen werden, daß besonders dann, wenn die als Ziel gesetzten Höchsterträge nicht vollständig erreicht worden sind, man eine Verminderung der Phosphorsäuredüngung um etwa 100 kg pro Hektar eintreten lassen kann. In der darauffolgenden Rotation wird man dann abermals um etwa 100 kg Phosphorsäure die Düngung vermindern können, bis schließlich ein Sättigungsgrad des Bodens erreicht ist, der eine weitere Überschußdüngung an Phosphorsäure überflüssig macht. Von diesem Zeitpunkte ab ist der Boden dann mit so viel Phosphorsäure (und so viel Kali) im Laufe der Rotation zu düngen, als die angebauten Früchte ihm entziehen. Hieraus ist zu ersehen, daß Rechnungen über Entnahme und Ersatz nicht ausreichen, um zu einer rationellen Düngungsweise zu gelangen, wenigstens so lange nicht, als einerseits die Möglichkeit, Raubbau treiben zu dürfen, und andererseits die Notwendigkeit, eine Überschußdüngung geben zu müssen, vorliegt.

Der oben besprochene Düngungsplan soll daher auch durch einen geeigneten Düngungsversuch geprüft werden, ob er den vorliegenden Verhältnissen vollkommen entspricht, oder ob er verbessert werden kann. Es wird für diesen Zweck der vorliegende Versuch*) vorgeschlagen:

Parzelle 1 bleibt ohne Düngung.

Parzelle 2 erhält die vorgesehene Stallmist- und Jauchedüngung (also 600 kg Stallmist und 283 l Jauche) im ersten Jahre und die Hälfte der Jauchedüngung im zweiten Jahre, im übrigen aber keine Düngung. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 1 Aufschluß über die Wirkung des Stallmistes und der Jauche.

Parzelle 3 wird wie 2 gedüngt und erhält außerdem die im Plan vorgesehenen Düngungen von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff, wird also genau nach dem für die Rotation aufgestellten Plan gedüngt und giebt durch Vergleich mit Parzelle 2 Aufschluß

*) P. Wagner, a. a. O., S. 161.

über die Wirkung der planmäßig vorgesehenen Beigaben von künstlichen Düngern.

Parzelle 4 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Stickstoff. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 gegebenen Stickstoffdüngung.

Parzelle 5 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Phosphorsäure. Sie giebt durch Vergleich mit 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 verwendeten Phosphorsäuredüngung.

Parzelle 6 wird wie 3 gedüngt, jedoch unter Ausschluß von Kali. Sie giebt durch Vergleich mit Parzelle 3 ein Urteil über die Wirkung der bei 3 gegebenen Kalidüngung.

Diese Versuchsreihe wird sechs Jahre lang durchgeführt und die Parzellen werden der vorgesehenen Fruchtfolge gemäß mit Futterrüben, Weizen, Hafer, Klee, Weizen, Hafer bestellt.

Diese Versuchsreihe, sagt P. Wagner*), bietet gleichsam ein Modell, nach welchem der Besitzer der Wirtschaft seine Großkulturen ausführt, und sie giebt ihm hochwichtige Anhaltspunkte für die etwa notwendigen Verbesserungen der Düngung. Die Ergebnisse, welche die Versuchsreihe in dem einen Jahr liefert, können sogleich im darauffolgenden verwertet werden. Wenn etwa im Jahre 1900 mit der Ausführung der Versuche begonnen ist, und im Herbst desselben Jahres die Ergebnisse der Rübendüngung vorliegen, so wird man diese Ergebnisse für den im Jahre 1901 zu bestellenden Rübenschlag verwerten können, und was dann im Jahre 1901 die mit Weizen fortgeführten Versuche ergeben, das ist für den im Jahre 1902 in Kultur zu nehmenden Weizenschlag zu verwerten u. s. w. So sehen wir also an diesem Beispiele, wie wir nicht einseitig durch statische Berechnungen und andererseits nicht einseitig durch Ausführung von Düngungsversuchen, sondern durch eine planvolle Verbindung von beiden eine Grundlage zur Aufstellung eines die gesamte Rotation umfassenden Düngungsplanes gewinnen. Der aufgestellte Düngungsplan ist dann

*) A. a. O., S. 162.

weiter durch einen geeigneten Düngungsversuch zu prüfen und auf Grund der Resultate dieses Versuches zu vervollkommnen. Durch Berechnungen über Entnahme und Ersatz hat man ferner sich Rechenschaft zu geben über die Größe des eventuell betriebenen Raubbaues, sowie über die Größe der eventuell erzielten Bereicherung des Bodens. Es ist aber selbstverständlich, daß sowohl ein bestimmter Düngungsplan, sowie die Prüfung desselben durch den Düngungsversuch, als auch alle sich hierauf beziehenden statischen Rechnungen nur Gültigkeit haben können für diejenigen Äcker der Wirtschaft, welche in ihrer Bodenbeschaffenheit, ihrer Lage, ihrer Feuchtigkeit, ihrer Bearbeitung u. s. w. gleiche Verhältnisse aufweisen, und auf welchen die gleiche Rotation eingehalten wird. Besitzt die Wirtschaft noch Ackerkomplexe von anderer Bodenart und mit noch anderen Rotationen, so muß für diese natürlich ein besonderer Düngungsplan aufgestellt, eine besondere Prüfung dieses Planes vorgenommen und eine besondere statische Rechnung ausgeführt werden. Auch die Wiesen sind getrennt zu behandeln. Durch Düngungsversuche muß der Nährstoffvorrat und die Ertragsfähigkeit der Wiesen ermittelt werden. Auf Grund dieser Ermittelungen muß ein Düngungsplan aufgestellt und dieser wie oben durch einen geeigneten Versuch geprüft werden. Hierbei erkennen wir zugleich, daß, je weniger gleichmäßig die Äcker einer Wirtschaft sind, je mehr die Fruchtfolge wechselt, je mehr man mit leichten und schweren, mit feuchten und trocknen, mit tiefgründigen und flachgründigen, mit nahe gelegenen, intensiv bewirtschafteten und mit abgelegenen und extensiv bewirtschafteten Böden zu thun hat, auch entsprechend verwickelter und schwieriger die Aufstellung von Düngungsplänen, die Prüfung dieser Pläne und die hiermit in Verbindung stehenden statischen Berechnungen werden. Da, wo die Verhältnisse sehr ungleichmäßig und ungleichartig sind, werden wir uns bei den besprochenen Prüfungen und Rechnungen auf die am meisten vorkommenden Bodenkomplexe und auf die in der Wirtschaft am meisten angebauten Früchte, sowie auf die hauptsächlich innegehaltenen Rotationen beschränken, oder werden, wo kleinbäuerliche Verhältnisse vorliegen, wo eine kleine

Wirtschaft von 50 oder 100 Morgen aus (wie es beispielsweise im Großherzogtum Hessen ja vielfach der Fall ist) einer sehr großen Anzahl kleiner, unter sich sehr verschiedener und nicht gleichartig zu bestellender Parzellen sich zusammensetzt, und eine gesonderte Behandlung der Ackerstücke oder der Komplexe von Ackerstücken ausgeschlossen ist, uns darauf beschränken, eine summarische statische Rechnung auszuführen. Durch solche Rechnung erhalten wir wenigstens einen ungefähren Anhalt für die Frage, ob und in welchem Maße in Bezug auf Gesamtheit der Ackerstücke Raubbau an einem Nährstoff getrieben wird, oder eine Bereicherung der Wirtschaft an Phosphorsäure oder Kali stattfindet. Der Stickstoff bleibt in dieser Rechnung ausgeschlossen. Selbst in etwas größeren Wirtschaften werden wir uns manchmal hierauf beschränken müssen. Als Beispiel hierfür sei eine von uns geprüfte Wirtschaft in Lengfeld im Odenwald angeführt.

Beispiel aus der Praxis:

B. Lengfeld im Odenwald.

Die Wirtschaft umfaßt 51,6 ha Acker und 7,6 ha Wiesen. Starke Viehhaltung, 40 Kühe, 9 Pferde, 48 Schweine, sehr intensive Fütterung mit Brennereibetrieb und starkem Kleebau charakterisieren die Wirtschaft. Der Boden wechselt zwischen leichtem und schwerem Lehm. Weizen, Zuckerrüben, Kartoffeln, Klee und Hafer sind die Hauptfrüchte. Das Terrain ist überall wellig; der Boden ist sehr ungleichmäßig, und die Ackerstücke sind klein. Düngungsversuche und statische Rechnungen, die für eine größere Anzahl von Äckern maßgebend sein konnten, sind kaum ausführbar. Wir haben daher versucht, ob nicht in diesem Fall eine summarische statische Rechnung von Wert sein könnte. Wir haben aus dem Export an Produkten und dem Import an Futtermitteln, Saatgut, Dünger u. s. w., Ausfuhr und Einfuhr von Kali und Phosphorsäure berechnet, und wir glauben nachweisen zu können, daß eine solche Rechnung, wenn sie richtig gedeutet wird, doch nicht so wertlos ist, als sie von manchen Statikern hingestellt ist. Die Rechnung ist die folgende:

Einfuhr.

Einfuhr in D.-Ctr.		Gehalt an Kali %	Einfuhr an Kali kg	Gehalt an Phosphorsäure %	Einfuhr an Phosphorsäure kg
Weizenkleie . .	301,58	1,53	461,41	2,69	811,25
Roggenkleie . .	20,30	1,94	39,38	3,44	69,83
Trockentreber .	89,00	0,15	13,35	1,48	131,72
Trockenschlempe .	56,03	1,52	85,16	2,23	124,94
Maistreber . .	7,37	1,07	7,88	1,65	12,16
Melasse . . .	67,50	5,87	396,22	0,05	3,37
Leinmehl . .	32,50	1,25	40,62	1,62	52,65
Zuckerrübenschnitzel . .	1125,00	0,03	33,75	0,02	22,50
Mais	116,25	0,37	43,01	0,57	66,26
Kartoffeln . .	9,64	0,58	5,59	0,16	1,54
Erbsen . . .	4,50	1,01	4,54	0,84	3,78
Bohnen . . .	0,50	1,21	0,60	0,97	0,48
Weißklee . . .	0,09	1,23	0,11	1,16	0,10
Wicken . . .	11,00	0,80	8,80	0,99	10,89
Kainit . . .	59,50	12,60	749,70	—	—
			1890,12 kg Kali		1311,47 kg Phosphorsäure.

Ausfuhr.

Ausfuhr in D.-Ctr.		Gehalt an Kali*) %	Ausfuhr an Kali kg	Gehalt an Phosphorsäure*) %	Ausfuhr an Phosphorsäure kg
Milch . . .	1265,28	0,179	226,48	0,233	294,43
Käse	2,90	0,66	1,91	1,92	5,56
Eier	1,50	0,16	0,24	0,35	0,52
Kuhfleisch . .	46,50	0,17	7,90	1,86	86,49
Schweinefleisch .	21,62	0,18	3,89	0,88	19,02
Hafer	0,52	0,48	0,24	0,68	0,35
Gerste . . .	55,16	0,28	15,44	0,56	30,88
Weizen . . .	107,65	0,52	55,97	0,79	85,04
Zuckerrüben . .	3183,80	0,38	1209,84	0,09	286,54
Verschleppter Pferdemist .	375,00	0,53	198,75	0,28	105,00
			1720,66 kg Kali		913,83 kg Phosphorsäure.

Die Rechnung ergiebt folgendes:

Die Einfuhr beträgt:

1890,12 kg Kali und 1311,47 kg Phosphorsäure.

Die Ausfuhr beträgt:

1720,66 kg Kali und 913,83 kg Phosphorsäure.

Die Mehreinfuhr beträgt demnach:

169,46 kg Kali und 397,64 kg Phosphorsäure.

Also pro Hektar zirka:

+ 3 kg Kali und + 7 kg Phosphorsäure.

---

*) Die Angaben des Gehaltes an Kali und Phosphorsäure sind dem landw. Kalender von Menzel & A. v. Lengerke (Berlin 1900) entnommen außer für Milch, für welche die auf der Landw. Versuchsstation Darmstadt ausgeführte Analyse einer Durchschnittsprobe der auf dem betreffenden Gute produzierten Milch benutzt ist.

Wir sehen hieraus, daß weder in Bezug auf Kali noch auf Phosphorsäure Raubbau getrieben wird, und die Differenzen zwischen Entnahme und Ersatz sind so gering, daß sie gleich Null zu setzen sind. Diese Rechnung aber ist von großem Wert für den Besitzer des Gutes, denn sie giebt den Nachweis, daß bei Fortsetzung gleicher Wirtschaftsweise die Gesamtheit der Gutsfläche nicht verarmen wird an Kali und Phosphorsäure und daß eine Verstärkung der Einfuhr an diesen beiden Nährstoffen unrentabel sein wird, unter der Voraussetzung wenigstens, daß eine Steigerung der Erträge durch intensive Düngung nicht mehr möglich ist. Damit ist für die weiteren Berechnungen, die sich hieran anschließen müssen, eine Unterlage von nicht unbedeutendem Werte gefunden.

Weitere Berechnungen sind natürlich noch notwendig, denn wenn auch die summarische Rechnung zwischen Entnahme und Ersatz Gleichgewicht ergeben hat, so gilt dies doch nicht für jedes einzelne Ackerstück. Vor allem ist zu beachten, daß 30 Morgen Wiesen zum Gute gehören, die nicht mit Stallmist, sondern mit Jauche gedüngt werden. Die Jauche liefert den Wiesen so gut wie keinen Ersatz für entzogene Phosphorsäure, sondern sie liefert nur Kali. Es ist daher zu berechnen, wieviel Phosphorsäure und Kali den Wiesen jährlich durch den Heuertrag entzogen wird, wieviel Kali sie durch die Jauche ersetzt bekommen, und wieviel der ungedeckte Rest an Kaliexport beträgt.

Durch Düngungsversuche auf den Wiesen ist dann festzustellen, ob ein Ersatz an Kali und Phosphorsäure notwendig ist und wie groß derselbe sein muß. Ergiebt sich die Notwendigkeit einer Düngung der Wiesen mit Kali und Phosphaten, und führt man die erforderlichen Mengen von Kali und Phosphorsäure den Wiesen zu, so schließt die obige summarische Rechnung mit einem entsprechend höheren Plus an Phosphorsäure und Kali ab. Dieses Plus kommt dem Acker zu gute. In Summa erhalten dann also die Äcker eine jährliche Bereicherung an Phosphorsäure und Kali, und es bleibt nur noch die Verteilung der Nährstoffe so vorzunehmen, daß sie dem besonderen Bedürfnis der verschiedenen

Äcker, die ja in ihrem Nährstoffgehalt und ihrer Ertragsfähigkeit so sehr ungleich sind, genügend entspricht. Würde man einem leichteren trockenen Acker die gleiche Düngung wie einem besseren feuchten und infolgedessen viel ertragreicheren Acker geben, so würde der erstere mit Kali und Phosphorsäure vielleicht übersättigt werden, der letztere dagegen Mangel leiden, und es würde keine befriedigende Ausnutzung der Düngung erfolgen. Die zur Verfügung stehenden Düngermengen zweckmäßig zu verteilen, ist also Aufgabe des betreffenden Besitzers, und ob er dieser Aufgabe genügend nachkommt, muß, soweit es möglich ist, durch Düngungsversuche geprüft werden. Zeigt sich, daß auf einzelnen der Äcker noch eine Steigerung durch Superphosphatdüngung oder Kalisalzdüngung zu erreichen ist, so ergiebt sich daraus, daß entweder das umlaufende Düngerkapital der Wirtschaft noch vermehrt werden muß durch stärkere Einfuhr von Nährstoffen, oder daß die Zuteilung der Düngermengen keine dem Bedürfnis der einzelnen Äcker entsprechende war. Dies zu prüfen und zu entscheiden ist dann wieder die Aufgabe des Landwirts.

Wir stehen damit am Schlusse unserer Ausführungen und fassen das Ergebnis derselben zusammen in folgende

Schlußsätze.

I. Das Düngebedürfnis eines Ackers ist nicht durch statische Berechnungen und auch nicht sicher genug durch die chemische Analyse zu ermitteln. Nur der Düngungsversuch und zwar der direkt auf dem Acker ausgeführte ist im stande, bestimmten und zuverlässigen Aufschluß über die Mengen von Nährstoffen zu geben, welche der Acker im Laufe eines Jahres, beziehungsweise im Laufe einer Rotation für die Pflanzen zur Verfügung hält, und nur durch den Düngungsversuch ist zu prüfen, wie groß die Nährstoffmengen sind, welche durch die auf dem Acker zu bebauenden Pflanzen innerhalb einer Rotation verarbeitet, beziehungsweise welche Maximalerträge erreicht werden können.

II. Es empfiehlt sich, den unter I geforderten Düngungsversuch etwa in der von der Versuchsstation Darmstadt befolgten Weise auszuführen.

1 Ar große Ackerparzellen erhalten die folgenden Düngungen:

1. Ohne Düngung.
2. Stallmist.
3. Stallmist plus Kali, Phosphorsäure und Stickstoff in Form von Handelsdüngern.
4. Wie 3, aber ohne Kali.
5. Wie 3, aber ohne Phosphorsäure.
6. Wie 3, aber ohne Stickstoff.

Jede Düngung ist in drei Parallelparzellen vertreten, und als Versuchspflanzen dienen die zur üblichen Rotation gehörenden. Der Versuch beginnt mit der ersten Pflanze der Rotation und schließt mit der letzten derselben.

III. Falls der unter II gedachte Düngungsversuch Wirkungslosigkeit des Kalisalzes oder der Phosphate ergiebt, so darf so lange Raubbau auf Kali oder Phosphorsäure getrieben werden, d. h. man darf sich so lange auf den durch die Stallmistdüngung gewährten unvollständigen Ersatz der entzogenen Kali- und Phosphorsäuremengen beschränken, bis ein neu ausgeführter Versuch das Bedürfnis für stärkere Kali- und Phosphorsäurezufuhr ergiebt.

IV. Zeigt der Boden ein Düngebedürfnis für Phosphorsäure, so darf auch da, wo das Düngebedürfnis nur ein sehr geringes zu sein scheint, kein Raubbau auf Phosphorsäure getrieben werden. Es ist mindestens voller Ersatz der dem Boden entzogenen Phosphorsäuremengen zu geben.

V. Zeigt der Boden ein starkes Düngebedürfnis für Phosphorsäure, so ist er mit bedeutend mehr Phosphorsäure zu düngen, als der statischen Rechnung entspricht. Es ist eine Überschuß- beziehungsweise Vorratsdüngung so lange zu geben, bis der Boden mit Phosphorsäure gesättigt ist, also bis weder durch das Auge noch durch die Wage eine Wirkung der Phosphorsäure-

düngung mehr wahrzunehmen ist. Ist dieser Sättigungspunkt erreicht, so genügt von da ab in der Regel der einfache Ersatz der jährlich entzogenen Phosphorsäuremengen.

VI. Zeigt der Boden ein Düngebedürfnis für Kali, so ist, wenn dieses Düngebedürfnis als ein geringes sich herausstellt, noch nicht erforderlich, vollen Ersatz für das durch die Erträge entzogene Kali zu geben; es darf noch Raubbau getrieben werden, aber die Intensität des Raubbaues ist mit jeder Rotation zu vermindern.

Werden von je 100 Teilen erforderlichen Kalis etwa 50 Teile durch Stallmist geliefert und ist der Boden im stande etwa 40 Teile aus seinem Vorrat zu liefern, so wird eine Düngung von etwa 20 Teilen Kali in Form von Staßfurter Salzen zu geben sein, und diese Düngung ist mit Beginn der nächsten oder der übernächsten Rotation auf 25 oder 30 Teile, je nach dem Ausfall der Resultate kontrollierender Düngungsversuche und so weiter zu vermehren, bis zuletzt außer den 50 Teilen Stallmistkali 50 Teile Kali als Kalisalz gegeben werden. Hiermit stehen dann Entnahme und Ersatz im Gleichgewicht.

VII. Die Kali- und Phosphorsäuredüngung eines jeden Ackers und einer jeden Wiese ist nach einer Reihe von Jahren so zu bemessen, daß Ausgleich zwischen Entnahme und Ersatz stattfindet. Denn Raubbau kann nur eine Zeit lang getrieben werden und Überschußdüngung kann auch nur eine Reihe von Jahren notwendig sein. Sobald der überschüssige Bodenvorrat an Kali und Phosphorsäure aufgebraucht und nur noch der notwendige Vorrat übrig geblieben ist, ist jeder weitere Raubbau zu vermeiden. Sobald andererseits der zu gering befundene Vorrat an Phosphorsäure und Kali durch Überschußdüngung genügend vermehrt wurde, ist jede weitere Überschuß- oder Vorratsdüngung überflüssig. In allen Fällen, sowohl bei armen als auch bei reichen Böden, wird man mit der Zeit dahin kommen, daß man genau diejenige Menge von Phosphorsäure und Kali dem Boden zuführt, welche die erreichbaren Mittelerträge des betreffenden Bodens innerhalb einer Rotation bedürfen, und unter eventueller Zurechnung der-

jenigen Mengen, welche vielleicht durch Versickerung in Untergrundschichten, Untergrundwasser und Drainwasser dem Boden verloren gehen. Raubbau und Bereicherung können nur als vorübergehende Maßnahmen rationell sein.

VIII. In Bezug auf das unter VII Gesagte, wäre noch der Ausnahmefall möglich, daß ein Boden vorkommt, der so reich ist an Eisenoxyd und Thonerde, beziehungsweise an Substanzen, die ein so schnelles Schwererlöslichwerden der Phosphorsäure bewirken, daß ein Sättigungspunkt des Bodens für Phosphorsäure in absehbarer Zeit nicht erreicht werden kann, vielmehr ständige Zufuhr eines Überschusses an löslicher Phosphorsäure (wenigstens für gewisse Kulturpflanzen) notwendig würde, um Höchsterträge zu erzielen. Ob jedoch derartige Ausnahmefälle thatsächlich vorkommen und in welcher Ausdehnung sie sich finden, bleibt noch zu ermitteln, denn bestimmt nachgewiesen sind sie bis jetzt noch nicht.

IX. Statische Rechnungen einerseits und Düngungsversuche andererseits sind nicht für sich allein im stande, dem Landwirt genügende Anhaltspunkte für eine rationelle Düngung seiner Böden zu geben. Nur durch richtige Verbindung beider ist man in der Lage, die notwendigen Grundlagen sich zu verschaffen.



Lebenslauf.

Am 7. Juli 1876 wurde ich zu Darmstadt geboren und besuchte bis zur Erlangung der Berechtigung für den einjährig-freiwilligen Militärdienst das Realgymnasium. Meiner Militärpflicht genügte ich im Jahre 1895/96 bei dem 1. Großh. Hess. Infanterie- (Leibgarde-) Regiment Nr. 115 zu Darmstadt.

Die Landwirtschaft als Beruf erwählend, war ich zuerst auf dem Gute des Herrn Ökonomierat August Dettweiler zu Laubenheim bei Mainz, dann bei Herrn Ernst Rumsen zu Hermannshof bei Neustadt in Holstein praktisch thätig.

Zu meiner wissenschaftlichen Ausbildung besuchte ich im Wintersemester 1896/97 und Sommersemester 1897 die Universität Halle a. S. Vom Wintersemester 1897/98 bis Sommersemester 1900 studierte ich an der Universität Jena und bestand am Ende des Wintersemesters 1898/99 die landwirtschaftliche Diplomprüfung.

Meine Lehrer waren in Halle die Herren Professoren und Dozenten: Conrad, Dorn, v. Fritsch, Grenacher, Kraus, Kühn, Märcker, Landes-Ökonomierat v. Mendel-Steinfels, Volhard und Zopf; in Jena die Herren Professoren und Dozenten: Anton, Detmer, Edler, Eucken, Häckel, Medizinal-Assessor Künnemann, Linck, Pfeiffer, Piersdorff, Rosenthal, Oberinspektor Schultze, Settegast, Stahl, Steuer, Walther und Winkelmann.

Praktisch arbeitete ich bei den Herren Professoren und Dozenten: Edler, Häckel, Linck, Pfeiffer, Stahl und Steuer.

An dieser Stelle gestatte ich mir nochmals, allen meinen hochverehrten Herren Lehrern meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

